

**DOCUMENTS DE TRAVAIL**

**n°21**

***La révolution biotechnologique  
Quand le débat éthique masque les enjeux  
économiques et industriels***

**Renaud BELLAIS**

**Janvier 1999**

# **LA RÉVOLUTION BIOTECHNOLOGIQUE**

## **Quand le débat éthique masque les enjeux économiques et industriels**

**Renaud BELLAIS**

**RÉSUMÉ** – La commercialisation des plantes transgéniques suscite de vives polémiques sur les implications scientifiques et éthiques des manipulations du génome des plantes. Les questions scientifiques, environnementales et sanitaires masquent toutefois les enjeux économiques sous-jacents. En effet, les biotechnologies suscitent un intérêt économique croissant non seulement de la part des firmes, mais aussi des États. Les biotechnologies végétales sont considérées comme un domaine d'avenir, source de croissance économique et d'emplois. Cependant les nouvelles activités sont de plus en plus dominées par les grands groupes de l'agrochimie. Si les petites firmes semblent jouer un rôle crucial dans cette révolution économique, les biotechnologies permettent une recomposition du paysage industriel au bénéfice des grands groupes – remodelant tout en renforçant cet oligopole mondial très concentré.

**ABSTRACT** – The commercialization of transgenic plants rises several discussions on the scientific and ethical implications of plant-genome manipulations. However the scientific and sanitary questions mask the underlying economic stakes. Actually biotechnology engenders an economic interest not only from corporations, but also from States. Biotechnology, in general and more specifically in agriculture, is considered as a source of economic growth and jobs creation. If small firms seem to play a crucial role in this economic revolution, biotechnology gives the agrochemical giants the opportunity to restructure the industrial landscape to their benefit—remodeling while strengthening this highly concentrated worldwide oligopoly.

Cette étude n'aurait pu être réalisée sans l'aide de Martine Berlioz (Rhône-Poulenc), Sheena Bethell Cox (Novartis Seeds), Sandra Feierabend (AgrEvo), Christina Sehnert (Bayer), Judith van Veen (Zeneca Plant Science), Francis Weill (Novartis France), des services de la communication de Pioneer Hi-Bred France, du service documentaire de la Maison de la Recherche en Sciences de l'Homme (Université du Littoral-Côte d'Opale, Dunkerque) et des membres du Laboratoire Redéploiement Industriel et Innovation.

## TABLE DES MATIÈRES

1. LES BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES EN QUESTION .....	4
2. ENTRE EUPHORIE ET "COMPLEXE DE PROMÉTHÉE" .....	5
2.1. AVANTAGES AVANCÉS PAR LES FIRMES DE BIOTECHNOLOGIES .....	6
<i>a) l'amélioration de la sécurité alimentaire</i> .....	7
<i>b) une préservation "naturelle" des cultures</i> .....	8
<i>c) vers une réduction du coût environnemental de l'agriculture et de l'industrie</i> .....	9
2.2. INQUIÉTUDES SUR LES CONSÉQUENCES À LONG TERME DES BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES .....	9
<i>a) des risques sanitaires croissants</i> .....	10
<i>b) la diffusion incontrôlée des transgènes</i> .....	11
<i>c) l'utilisation controversée des gènes marqueurs de résistance aux antibiotiques</i> .....	12
<i>d) l'apparition de "superprédateurs"</i> .....	12
2.3. FAUT-IL SE RÉJOUIR OU S'INQUIÉTER DE LA "RÉVOLUTION BIOTECHNOLOGIQUE" ? .....	14
3. ENJEUX INDUSTRIELS ET FINANCIERS.....	16
3.1. LE PASSAGE IMMINENT DU LABORATOIRE À L'EXPLOITATION INDUSTRIELLE .....	17
<i>a) un secteur dynamique, en expansion</i> .....	18
<i>b) une implication croissante des pouvoirs publics</i> .....	19
<i>c) un marché-clé du XXIème siècle</i> .....	22
3.2. AGRO-INDUSTRIE, UNE RECOMPOSITION INDUSTRIELLE SOUS INFLUENCE .....	23
<i>a) la forêt qui cache l'arbre</i> .....	23
<i>b) choc technologique et redéploiement industriel</i> .....	26
<i>c) la mise sous tutelle de la recherche publique</i> .....	28
<i>d) d'un oligopole à l'autre : le développement d'offres combinées</i> .....	29
4. UNE UTILISATION ALTERNATIVE DES BIOTECHNOLOGIES VÉGÉTALES EST-ELLE POSSIBLE ? .....	35
Annexe 1 : Redéploiement industriel et nouvelle donne stratégique.....	39
Annexe 2 : Les géants de l'agrochimie tissent leur toile (septembre 1997-janvier 1999).....	42
BIBLIOGRAPHIE .....	42

# LA RÉVOLUTION BIOTECHNOLOGIQUE

## Quand le débat éthique masque les enjeux économiques et industriels

Renaud BELLAIS

### 1. Les biotechnologies végétales en question

Référendum en Suisse sur la recherche génétique, légalisation controversée d'un maïs transgénique,... Après avoir été longtemps ignorées, les biotechnologies végétales se trouvent placées depuis 1997 sous les feux de l'actualité politique et scientifique. Ces technologies nouvelles engendrent des craintes croissantes dans l'opinion – allant même jusqu'à jeter un doute sur l'avenir de ces industries.

Certains n'hésitent pas à parler de néo-Luddisme pour caractériser la répulsion qu'éprouvent beaucoup de personnes en Europe à l'égard des biotechnologies. Pourtant, la méfiance à l'égard des manipulations génétiques renvoie à un débat plus ancien – fortement marqué sur le Vieux Continent par les dérives de l'eugénisme et l'utilisation perversive de la génétique par les gouvernements fascistes (Williams, 1998). A cela s'ajoute la suspicion engendrée par les épidémies récentes de salmonellose, d'*Escherichia coli* ou d'encéphalopathie bovine spongiforme...<sup>1</sup> Il n'est pas étonnant, alors, que l'autorisation en 1997-1998 de commercialisation de maïs transgéniques en France ait suscité une levée de bouclier.

La difficulté à comprendre les enjeux sous-tendus par les biotechnologies résulte essentiellement du fait que celles-ci constituent un regroupement d'activités assez hétéroclites, allant du traitement des déchets par des micro-organismes à l'élaboration de médicaments et la création d'organismes transgéniques (végétaux ou animaux). L'unité des biotechnologies n'existe que par le recours à une technologie commune, que l'OCDE définit ainsi : "les biotechnologies sont pour l'essentiel des manipulations d'organismes vivants pour altérer les caractéristiques, les faire entrer comme composants dans un processus de production plus vaste, créer des produits spécifiquement adaptés aux besoins de l'utilisateur"<sup>2</sup>.

Parmi tous ces procédés, l'usage des biotechnologies dans l'industrie pharmaceutique domine souvent le débat, car plus des deux-tiers des recherches sont menées en médecine et en pharmacopée. Cette inflexion masque les mutations qu'engendrent également ces nouvelles technologies sur d'autres activités économiques. L'hétérogénéité des recherches en biotechnologies explique qu'il ne soit pas possible de comprendre les implications sociales et économiques de ces technologies nouvelles en les abordant de manière globale. C'est la raison pour laquelle cette étude se limite aux applications des biotechnologies dans l'agriculture. Au

---

<sup>1</sup> La répugnance frappe d'ailleurs essentiellement les biotechnologies végétales et animales : les avancées médicales permises par les biotechnologies bénéficient d'une image très positive.

<sup>2</sup> OCDE, *Biotechnologies, effets économiques et autres répercussions*, document de travail, Centre de Développement, Paris, 1989.

regard des débats récents sur les plantes transgéniques, il est intéressant de comprendre quelles sont les implications de l'utilisation croissante des biotechnologies par les agrochimistes et les semenciers, ainsi que dans les relations que ceux-ci entretiennent avec les agriculteurs.

Les transferts de gènes, dans les biotechnologies végétales, répondent à différentes logiques. Lorsque l'on incorpore un gène d'auto-protection des plantes, cette modification améliore les qualités intrinsèques des plantes et permet de réduire les traitements connexes. Au contraire, si le gène incorporé rend la plante tolérante à un herbicide ou tout autre traitement externe, le but avoué est d'améliorer les rendements agricoles en accroissant l'efficacité de ces traitements sans détériorer les récoltes. Cet exemple illustre la diversité des raisons expliquant le recours à la transgénèse dans l'agriculture. Le problème essentiel est alors de comprendre quelle est la motivation dominante dans les biotechnologies végétales.

Les implications éthiques ou scientifiques des biotechnologies constituent un aspect du débat, mais non l'ensemble du débat. Nous ne devons pas négliger de comprendre la manière dont ces découvertes sont utilisées du point de vue économique. En effet, les biotechnologies ont attiré d'énormes capitaux depuis les années 1980 et beaucoup de personnes les considèrent comme une source de croissance, d'emplois et de profits. Elles attirent donc l'appétit des firmes et des gouvernements.

De plus, l'apparente prédominance des petites firmes de haute technologie dans les biotechnologies cache le poids croissant des grands groupes de l'agrochimie. Si ces derniers ont vu leur rôle traditionnel dans l'agriculture un temps menacé par les solutions alternatives (proposées par les firmes de biotechnologies), ils tentent aujourd'hui de prendre le contrôle de cette révolution économique pour en tirer les bénéfices. Loin de déstabiliser l'oligopole de l'agrochimie, les biotechnologies permettent aux firmes d'engager un redéploiement industriel – leur donnant même la possibilité d'asseoir leur emprise sur l'ensemble de l'agro-business.

## 2. Entre euphorie et "complexe de Prométhée"

D'emblée, l'opposition entre les tenants et les opposants des plantes transgéniques apparaît irréductible. Alors que les firmes et certains scientifiques chantent les louanges des plantes modifiées génétiquement, beaucoup de personnes mettent en avant les dangers de telles manipulations. En violant les barrières des espèces, l'homme accomplit des transformations dont il n'est pas certain de contrôler les implications. Il n'est pas étonnant que certains soient frappés du "complexe de Prométhée", c'est-à-dire la peur de devoir payer un lourd tribut pour avoir transgressé les règles immanentes de la Nature... d'autant que "la biodiversité et l'intégrité des espèces sont inextricablement liées" (Ho et Tappeser, 1997).

Les firmes de biotechnologies tentent de contrer cette image déplorable en rappelant les avantages qu'offrent les plantes transgéniques. En 1998 par exemple, le groupe américain Monsanto a lancé une vaste campagne publicitaire afin de convaincre les Européens de l'innocuité des plantes transgéniques. Il est donc intéressant d'étudier les arguments avancés par chaque camp, pour comprendre les tenants et les aboutissants de ce débat.

### 2.1. Avantages avancés par les firmes de biotechnologies

L'ingénierie du vivant, la biotechnologie dans une acception large, est utilisée depuis de longues années et nous pouvons même faire remonter les premiers procédés au commencement des temps historiques. En effet, les procédés de la fermentation dans la fabrication du vin, du fromage et de la bière sont connus 2000 ans avant J.C. par les Sumériens et les Égyptiens. De même, la sélection variétale commence dès les prémices de l'agriculture. En sélectionnant les plantes les plus productives et les plus résistantes par croisement, les agriculteurs ont toujours cherché à améliorer les espèces utilisées<sup>1</sup> – bien avant la découverte des lois de l'hybridation par Mendel dans les années 1850-1860. Le blé actuel offre ainsi, après des siècles de sélection, des rendements bien plus élevés que son cousin sauvage, l'épeautre.

Cependant les biotechnologies modernes constituent une véritable révolution en ce sens qu'elles ont développé des techniques qui permettent de comprendre et de maîtriser le processus de sélection, sortant la recherche biologique de la loterie de l'hérédité dans laquelle les méthodes traditionnelles étaient cantonnées (Bizet, 1997). Comme le rappelle Paillotin (1998), la démarche classique travaille "en aveugle", car elle n'a pas d'autre information sur le patrimoine génétique d'un individu que les caractères exprimés par celui-ci. La capacité à optimiser les caractéristiques des plantes par croisement reste difficilement maîtrisée, tout comme la capacité à stabiliser un caractère du point de vue intergénérationnel. Les perspectives ouvertes par les biotechnologies – i.e. l'accès direct à l'information génétique – enrichit progressivement l'arsenal déjà complexe des méthodes d'amélioration biologique.

Les biotechnologies végétales offrent donc la possibilité d'améliorer plus efficacement et plus rapidement les plantes. Ainsi que le rappelle Mattei (1997), les méthodes classiques de sélection demandent une vingtaine d'années pour stabiliser une nouvelle semence ; quatre à cinq ans suffisent avec le génie génétique. Ceci permet aux firmes de biotechnologies de vanter les mérites des plantes transgéniques, tant au niveau de la sécurité alimentaire que de la protection des cultures ou de la préservation de l'environnement.

---

<sup>1</sup> Les manipulations sur le maïs ont été si importantes qu'aujourd'hui cette graminée – avec ses graines fortement encastrées sur un support cellulosique et entourées d'une gaine épaisse de feuilles – est incapable de se reproduire sans l'aide de l'homme.

### a) l'amélioration de la sécurité alimentaire

La principale difficulté qui se pose à l'agriculture est de répondre aux besoins alimentaires des populations. Cette difficulté renvoie à deux problèmes distincts : l'augmentation de la population et l'obtention de techniques et intrants qui permettent d'améliorer les rendements. Le premier point constitue un problème majeur, puisque la population mondiale est passée de 2,5 milliards d'habitants en 1950 à plus de 6 milliards aujourd'hui (et pourrait atteindre 10 milliards en 2050). Cette progression spectaculaire accentue les risques de pénurie alimentaire si l'agriculture n'est pas capable de fournir une augmentation de la production au moins aussi élevée. Il est aisé de prendre conscience de la difficulté quand on sait que, dans le monde, la surface de terre arable par habitant est passée de 0,5 hectare en 1950 à moins de 0,3 hectare en 1990 (CSF, GNIS, UIPP, 1997, pp.15-16). Wolfgang Samo, directeur de la division agrochimie de Novartis, souligne que dans les trente prochaines années, il sera nécessaire de doubler la production agricole pour faire face à l'accroissement de la population mondiale, alors que les surfaces arables ne cessent de diminuer (Mattei, 1997).

Ceci renvoie au deuxième problème : l'agriculture dispose-t-elle des techniques et intrants idoines ? Les progrès scientifiques et techniques permettent-ils d'améliorer son efficacité ? Le point essentiel pour l'agriculture est en fait d'accroître le rendement de la production, ce qui passe non seulement par l'utilisation de semences sélectionnées et d'engrais adaptés, mais aussi par une réduction des pertes engendrées par les conditions environnementales (climat, maladies, insectes, etc.). Comme le montre le tableau de la page suivante, les pertes s'avèrent très importantes ; un des principaux enjeux pour l'agriculture consiste autant à améliorer directement la productivité qu'à réduire la perte de rendement liée à des causes indirectes. Les traitements chimiques, qui forment l'approche traditionnelle de la question depuis plusieurs décennies, atteignent depuis quelques années ses limites et l'arrivée des biotechnologies offre une alternative de plus en plus explorée.

#### Bilan des pertes pour les principales cultures

Part du rendement	riz	blé	orge	maïs	PdT	soja	coton	café	MM
pertes malgré les traitements	52%	34%	29%	38%	41%	32%	38%	40%	38%
pertes en l'absence de traitements sanitaires	82%	52%	47%	60%	74%	59%	84%	70%	66%

PdT : pomme de terre ; MM : moyenne mondiale.

Source : Oerke, Dohne, Schönbeck et Weber, *Crop production and crop protection*, Elsevier, Amsterdam, 1994 ; Le Dréaut et Revol (1998).

Les biotechnologies proposent des solutions à ces deux problèmes. En modifiant génétiquement les plantes (la transgénèse), il est possible d'améliorer les qualités agronomiques des plantes (teneur en protéine,...) et d'accroître leur résistance aux maladies et aux insectes, de sorte que les pertes ne viennent plus grever le rendement des cultures. Cet aspect des biotechnologies est amplement mis en avant par les firmes pour souligner l'aide que constitue les plantes transgéniques dans la lutte contre la famine et l'amélioration de la productivité agricole.

### b) une préservation "naturelle" des cultures

La transgénèse permet en effet d'incorporer dans le génome des plantes des gènes de résistance :

- aux insectes, la possession de résistances "naturelles" ayant un effet plus grand que les traitements connexes (externes) et un moindre coût financier et environnemental ;
- aux maladies (virus, champignons, bactéries phytopathogènes, etc.) ;
- aux herbicides, ce qui réduit le coût indirect des traitements de protection des cultures en termes de rendement effectif ;
- aux conditions climatiques extrêmes (froid, chaleur, aridité, salinité).

La transgénèse permet d'améliorer de manière intrinsèque les plantes cultivées. Les plantes transgéniques offrent le grand avantage de ne pas nécessiter autant de traitements chimiques que les semences utilisées jusqu'à présent. Cette avantage n'est pas des moindres, puisqu'un des principaux reproches adressés aujourd'hui à l'agriculture est que les rendements élevés sont obtenus au prix d'une destruction de l'écosystème. En effet, l'amélioration fantastique des rendements depuis le début du siècle, en particulier la "révolution verte" dans le tiers-monde, a été obtenue grâce à l'adjonction de traitements chimiques puissants qui visent soit à accélérer la croissance des plantes (engrais), soit à les préserver des périls qui les menacent (pesticides). Or une partie non négligeable de ces substances actives s'échappe dans l'écosystème et vient le polluer. L'utilisation des traitements chimiques n'est pas sans coût – que ce soit lors de leur production, pendant leur utilisation ou sous forme de résidus.

L'emploi de traitements chimiques n'est pas sans poser des problèmes importants de santé et d'environnement. La catastrophe de Minamata<sup>1</sup> comme celle de Bhopal<sup>2</sup> sont là pour nous rappeler que la production de ces traitements peut engendrer des effets secondaires catastrophiques. Qui plus est, leur utilisation a parfois des conséquences destructives sur l'écosystème. Ainsi, l'utilisation excessive d'engrais peut conduire à des situations d'eutrophisation, i.e. une prolifération du phytoplancton due à une concentration élevée de nitrate dans l'eau.

Si les méfaits des pesticides et des engrais sont somme toute limités dans les pays industrialisés, les conséquences de leur utilisation intensive sont souvent dramatiques dans les pays en développement. Seuret (1999) souligne que "la culture du tabac coûte chaque année la vie à une centaine de petits producteurs brésiliens, intoxiqués par les produits chimiques qu'ils épandent dans leurs plantations" (p.40). Au Sri Lanka, les intoxications dues aux pesticides tuent plus d'enfants travaillant dans les champs que le paludisme, le tétanos, la diphtérie, la poliomyélite et la coqueluche réunis selon un rapport du BIT (1996). De manière plus globale, l'OMS estime que les pesticides et herbicides empoisonnent chaque année plus de trois millions de personnes et en tuent au moins 20 000.

L'utilisation de procédés agricoles moins polluants permet de réduire les consommations de traitements chimiques. A titre d'illustration, la consommation de pesticides s'élève à près de 100 000 tonnes par an pour la France uniquement. En rendant les plantes résistantes à certaines nuisances et aux herbicides, les biotechnologies ouvrent la voie à une agriculture plus respectueuse de l'écosystème, puisqu'elle ne nécessite plus des quantités aussi importantes de traitements chimiques.

L'exemple du gène *Bt* incorporé dans certaines variétés de maïs illustre cette démarche. Le gène *Bt* provient d'une bactérie du sol, le *Bacillus thuringiensis*, qui produit une protéine

---

<sup>1</sup> Produisant des engrais chimiques, le groupe Chisso a déversé pendant des décennies de grandes quantités de mercure dans la mer à Minamata, au Japon. Le mercure s'est accumulé dans les tissus des poissons, empoisonnant les populations locales (maladie de Minamata).

<sup>2</sup> En décembre 1984, une fuite de gaz toxique (isocyanate de méthyle) dans l'usine de pesticides, d'Union Carbide, a fait plus de 3000 morts et 100 000 blessés (dont 50 000 handicapés).



toxique pour les pyrales (et certains insectes). Les biologistes connaissent depuis longtemps les avantages naturels du gène *Bt* qui, produit de manière synthétique, est incorporé dans des traitements chimiques (les "biopesticides"). La grande nouveauté qu'ont permise les biotechnologies est d'incorporer ce gène au cœur même du génome des plantes.

Cette révolution comporte donc deux avantages. Les plantes transgéniques possèdent une résistance naturelle, ce qui réduit spontanément les pertes, et il n'est plus nécessaire d'utiliser des quantités aussi importantes de traitements chimiques ce qui réduit les pollutions résiduelles. D'après Monsanto, l'utilisation de soja transgénique tolérant à son herbicide Roundup permet par exemple de réduire d'un tiers la consommation d'herbicide. De même, l'utilisation en Arkansas en 1997 d'un coton transgénique résistant à l'anthonome<sup>1</sup> sur 400 000 hectares a permis d'éviter totalement l'utilisation des pesticides, ce qui – avec une application d'un litre par acre – représente plus de quatorze wagons-citernes de grande taille (Brookes et Coghlan, 1998).

*c) vers une réduction du coût environnemental de l'agriculture et de l'industrie*

La transgénèse permet également de développer de nouveaux produits ou de nouvelles sources de matières premières. En modifiant le génome des plantes, il est possible de faire en sorte que ces dernières parviennent à produire des substances jusqu'alors synthétisées par des procédés chimiques. De même, la transgénèse offre l'opportunité de supprimer des plantes certains de leurs composants inutiles et/ou gênant dans leur utilisation (nécessitant donc un traitement chimique avant que ces plantes ne puissent être employées).

Il est possible de produire du plastique "naturel" à partir d'une fermentation réalisée par la bactérie *Alcaligenes eutrophus*. Cette bactérie transforme le glucose en plastique, mais les procédés d'extraction de ce plastique "naturel" sont complexes et onéreux. Il est possible d'améliorer ce procédé en transférant les gènes de biosynthèse du plastique dans des plants de colza (CFS, GNIS, UIPP, 1997). Non seulement la production serait plus abondante (donc plus rentable), mais l'extraction se ferait directement à partir des graines de colza.

En plantant des arbres transgéniques à faible teneur en lignite, la production de papier serait facilitée. De plus, l'utilisation d'arbres transgéniques aura un impact environnemental positif, puisqu'ils permettront de réduire la consommation de produits chlorés très polluants, mais indispensables jusqu'à présent pour le blanchiment du papier. Pour la seule année 1992, la consommation de tels traitements a représenté plus de cinq millions de tonnes aux États-Unis uniquement. L'impact environnemental des arbres transgéniques semble évident.

Enfin des plantes transgéniques pourraient être utilisées afin de dépolluer des sites industriels. En effet, certaines bactéries du sol ont la capacité de stocker, "piéger", certains polluants comme les métaux lourds. En incorporant les gènes appropriés dans des plantes, les plantes transgéniques ainsi créées constitueraient des dépolluants biologiques efficaces.

Les avantages avancés par les firmes sont donc multiples et plaident en faveur d'une libéralisation de la création et de l'utilisation des plantes transgéniques. Pourtant, les firmes tendent à minimiser, sinon ignorer les risques que comportent les manipulations du génome et l'utilisation sur grande échelle de telles plantes.

---

<sup>1</sup> L'anthonome est un ver qui parasite la capsule du cotonnier, détruisant le coton ou le rendant inexploitable.

## 2.2. Inquiétudes sur les conséquences à long terme des biotechnologies végétales

Le débat autour des biotechnologies se concentre sur des questions éthiques ou scientifiques (Burke, 1998), c'est-à-dire principalement sur les risques découlant des manipulations du génome des plantes. En effet, la maîtrise de la transgénèse n'est pas aussi grande que l'affirment les firmes. Les biotechnologies actuelles en général et tout particulièrement les biotechnologies végétales sont encore des technologies dans l'enfance, puisqu'elles remontent aux années 1970. Les chercheurs ne connaissent qu'imparfaitement les implications à long terme des manipulations génétiques.

A ce problème vient s'ajouter l'impact de l'introduction de plantes transgéniques sur l'écosystème et la santé humaine. De fait, les tests en champ ne sont pas représentatifs des conséquences que pourraient avoir les plantes transgéniques si leur utilisation se généralisait à l'ensemble de l'agriculture. Quels seront les impacts sur les plantes non modifiées ? Comment les populations d'insectes (nuisibles ou utiles) réagiront-elles à ces plantes et aux modifications des pratiques agricoles qu'elles permettent ? Ces questions restent aujourd'hui encore pour une grande part en suspens, ce qui ne manque pas d'inquiéter une partie de la communauté scienti-fique et l'opinion publique et plaide en faveur d'un moratoire sur les plantes transgéniques.

### *a) des risques sanitaires croissants*

Les technologies utilisées pour transférer les gènes dans le génome d'une plante forment en fait une technique dans laquelle l'empirisme tient une part encore importante. Nous ne connaissons pas véritablement la manière dont les choses se déroulent au cœur du génome lors de la transgénèse. En fait, le processus lui-même reste encore aujourd'hui une "boîte noire"<sup>1</sup>. La description théorique des phénomènes ne reflète pas véritablement les procédés utilisés. Les gènes réellement transférés se présente en réalité comme une "pochette surprise", comportant bien sûr le(s) gène(s) désiré(s) mais aussi d'autres gènes qui ne sont pas forcément connus et dont les généticiens n'ont pas connaissance lors de la transgénèse... Comme le note non sans humour Brookes (1998), "jusqu'à aujourd'hui, les généticiens ont produits des plantes transgéniques simplement en bombardant les cellules de plantes de gènes et en priant pour que ça marche" !

Il existe de ce fait un risque non négligeable, mais encore incontrôlable, que la transgénèse rende possible le transfert de gènes non souhaités. La présence de ces gènes dans les plantes transgéniques est problématique, car ces gènes peuvent provoquer des effets secondaires imprévus et nuisibles pour les utilisateurs. Par exemple, les plantes transgéniques peuvent susciter une allergénicité pour des plantes qui ne présentaient pas ce problème avant leur modification génétique. Un exemple fameux a été donné naguère par l'intégration dans le génome d'une variété de soja d'un gène issu de la noix du Brésil. Lors de cette transgénèse, la manipulation a également transféré le gène de l'albumine 2S, protéine riche en méthionine et en cystéine, qui présente un risque d'allergénicité élevé<sup>2</sup>. Les conséquences des manipulations transgéniques posent donc des enjeux de santé publique.

Le danger peut parfois être encore plus grand. La modification du génome d'une plante se fait par un transfert d'ADN ; or les généticiens connaissent seulement la fonction d'une infime partie du génome. Une grande part de l'ADN apparaît comme inactive, mais elle peut être

---

<sup>1</sup> Si les généticiens sont capables de savoir où se situe un gène sur le génome, ils ne sont pas aujourd'hui en mesure de l'isoler de manière indubitable. Les transferts de gènes se constituent d'un segment d'ADN dont on sait qu'il peut exprimer un gène donné, mais dont on se sait pas ce qu'il peut contenir d'autres (notamment des gènes "dormants" pouvant être activés par des gènes déjà détenus de l'organisme récepteur).

<sup>2</sup> Il faut noter que l'allergénicité de ce soja transgénique a été rapidement détectée et que cette plante transgénique n'est jamais sortie du laboratoire qui l'avait engendrée (Bizet, 1997).

activée par l'adjonction de nouveaux gènes. Comme le souligne l'INRA (1998), "une modification du métabolisme de l'OGM [organisme génétiquement modifié], induite par la propriété nouvelle, pourrait provoquer la présence de substances toxiques". De fait, la plante transgénique peut alors sécréter une protéine nouvelle nuisible pour l'homme. Les manipulations génétiques peuvent créer de manière accidentelle des plantes toxiques.

Une telle toxicité peut également résulter de l'accumulation dans les tissus des plantes transgéniques de substances toxiques auxquelles ces plantes ont été rendues résistantes. C'est le cas en particulier des pesticides et des herbicides. Si les plantes transgéniques tolèrent ces substances, il existe un risque qu'elles ne les éliminent pas mais, au contraire, les stockent dans leurs tissus. Or l'ingestion de ces substances en petites quantités suscite aujourd'hui déjà des interrogations ; il n'est pas possible de savoir quelles seront les conséquences sur la santé de doses beaucoup plus importantes. Ce problème est loin d'être marginal, puisque l'insertion d'un gène de résistance aux herbicides a pour but de réduire les pertes liées à la toxicité de ces traitements pour les cultures. En rendant les plantes insensibles, la transgénèse permet une utilisation plus intensive des herbicides, au-delà des doses actuellement épandues.

Un problème similaire se pose pour les plantes transgéniques produisant des substances toxiques pour les ravageurs (par exemple, le gène *Bt*). Les quantités de ces substances stockées dans les tissus sont-elles sans conséquences pour la santé ? De plus, la sur-utilisation des traitements chimiques peut mettre en péril l'existence d'insectes utiles à l'agriculture comme les abeilles ou les prédateurs de ravageurs. Les problèmes sanitaires apparaissent évidents lorsque nous nous rappelons que les espèces concentrant l'attention des firmes de biotechnologies végétales sont très amplement utilisées dans les industries agro-alimentaires. Par exemple, le soja est le principal bénéficiaire des expériences de transgénèse, en particulier aux États-Unis ; or les dérivés du soja sont incorporés dans plus de 60% des aliments conditionnés (Burke, 1998). Comment alors ne pas s'inquiéter des conséquences imprévues, ou à long terme, des manipulations génétiques ?

#### *b) la diffusion incontrôlée des transgènes*

Les manipulations du génome végétal ne sont pas sans dangers, ni sans risques – même si les firmes tentent de les présenter comme étant essentiellement hypothétiques. Si certains risques évoqués précédemment ne sont pas spécifiques aux plantes transgéniques, ces dernières présentent un risque nouveau : la dissémination incontrôlée des transgènes, c'est-à-dire le passage des gènes incorporés dans les plantes transgéniques à d'autres organismes (microbiens<sup>1</sup> et végétaux essentiellement).

Certes, dans la nature, il existe des échanges spontanés de matériel génétique, concernant notamment les micro-organismes de la rhizosphère. Le danger de diffusion incontrôlée des gènes est accru par le fait que les plantes transgéniques peuvent transmettre leurs gènes à d'autres plantes par une pollinisation croisée (Altieri, 1998 ; Lane, 1998). Les études sur la diffusion des gènes des plantes transgéniques à des parents sauvages ou à des espèces apparentées se sont multipliées depuis quelques années, et beaucoup ont mis en évidence la réalité de tels transferts (Brookes, 1998). La possibilité que ces échanges de matériel génétique se produisent découle notamment du fait que les manipulations génétiques aboutissent à détruire les mécanismes cellulaires préservant l'intégrité des espèces (Ho et Tappeser, 1996) – accroissant les potentialités de diffusion incontrôlée des gènes.

Ce problème se pose essentiellement pour les plantes sauvages apparentées aux plantes transgéniques (Bizet, 1997). Par exemple, la probabilité que le maïs transgénique puisse transmettre ses gènes à une plante non manipulée en Europe est pratiquement inexistante, car

---

<sup>1</sup> Le transfert de gènes peut être réalisé d'une espèce à une autre par l'intermédiaire d'une bactérie sauvage du type *Agrobacterium* ou d'un micro-organisme vivant en association avec différentes espèces végétales (INRA, 1998).

il n'existe pas localement d'espèce apparentée à cette plante originaire des Amériques. Ceci n'est pas vrai dans le cas du colza : l'échange de gènes est possible avec un grand nombre d'espèces apparentées comme la moutarde, la ravenelle ou la roquette bâtarde. Des études réalisées par l'INRA montrent que des croisements spontanés se produisent entre le colza et la ravenelle (INRA, 1998). Des phénomènes similaires pourraient se produire en Amérique pour la pomme de terre ou la tomate et en Asie pour le riz. Les recherches montrent d'ailleurs que de telles hybridations interspécifiques peuvent donner lieu à une production non négligeable de semences viables (Le Dréaut et Revol, 1998).

La diffusion des transgènes constitue une menace importante à l'égard de la biodiversité. Si les plantes transgéniques sont plus aptes à faire face aux contraintes environnementales, ces plantes (ou des plantes issues d'un croisement) peuvent évincer les plantes non modifiées dans leur écosystème naturel. Un génome particulier peut donc s'imposer au sein d'une espèce et devenir à long terme dominant – ce qui réduit la richesse génétique de l'espèce concernée. Or les biologistes montrent qu'une population génétiquement homogène parvient plus difficilement à survivre en longue période, car ses ressources génétiques ne lui donnent pas une capacité d'adaptation suffisante importante et la rendent plus vulnérable aux changements de son écosystème (Bizet, 1997). Ce risque est accru par le fait que les firmes tendent à incorporer dans les plantes transgéniques de différentes espèces des gènes identiques (ex., le gène *Bt*), parce qu'ils répondent au plus juste aux critères recherchés à un moment donné par les firmes et/ou les agriculteurs. En agissant ainsi, les firmes entraînent un appauvrissement de la biodiversité non seulement au sein des espèces soumis à la transgénèse, mais aussi pour l'ensemble de ces espèces (et celles qui leur sont apparentées).

Si le risque potentiel de diffusion incontrôlée des transgènes est considéré le plus souvent comme très faible, Bergelson *et alii* (1998) ont montré que le taux de probabilité de ce phénomène est beaucoup plus élevé que ne le laissent supposer les études antérieures. Qui plus est, Bergelson *et alii* (1998) ont établi de manière empirique que le risque de diffusion incontrôlée de transgènes existe même pour les plantes auto-pollinisantes. Ce problème doit être pris en compte car de tels transferts peuvent, par exemple, rendre des mauvaises herbes résistantes aux herbicides, par le biais d'une pollinisation croisée avec des plantes transgéniques ayant été immunisées.

### *c) l'utilisation controversée des gènes marqueurs de résistance aux antibiotiques*

Le problème de la diffusion des transgènes se pose plus particulièrement dans le cas des gènes de résistance aux antibiotiques, employés comme marqueurs des plantes transgéniques (INRA, 1998). Le recours à ce stratagème découle du problème, précédemment évoqué, de l'empirisme dans lequel les transgénèses sont réalisées. L'insertion du transgène dans la cellule ne réussit que rarement, ce qui nécessite de s'assurer de la réussite du transfert. Or, couramment, "l'activité du transgène est difficile à détecter ou n'intervient que tardivement dans la vie de l'organisme" (Paillotin, 1998, p.57). Mattei (1997) rappelle que la transgénèse est une technique nouvelle, encore balbutiante. Sur mille essais d'incorporation de gènes, seul un réussit.

Afin de distinguer les semences pour lesquelles la transgénèse a fonctionné des semences pour lesquelles ce processus a échoué, les biologistes associent aux caractères recherchés des gènes de résistance à un antibiotique ou à un herbicide. A l'aide d'un tel agent sélectif, il est possible de séparer le bon grain de l'ivraie en faisant se développer les grains dans un environnement contenant l'antibiotique ou l'herbicide concerné<sup>1</sup>. Par exemple, le maïs *Bt176*

---

<sup>1</sup> Si le transfert de gènes n'a pas fonctionné, les plantes ne sont pas capables de produire la protéine de résistance à l'antibiotique/herbicide, de sorte que seules les véritables plantes transgéniques survivent à un milieu hostile contenant des principes actifs. L'emploi d'un gène de résistance permet ainsi une sélection *de facto*.

de Novartis (autorisé à la culture en France en 1998) possède un gène marqueur de résistance à l'ampicilline<sup>1</sup>. Les méthodes de transgénèse dont nous disposons conduisent à une insertion mal définie du gène transféré dans le génome de l'organisme hôte.

Si ce procédé a l'avantage de simplifier le travail des biologistes, il n'est pas sans poser quelques problèmes, car ces gènes de marquage peuvent être transférés à d'autres organismes, en particulier des bactéries et des virus (d'autant que les recherches épidémiologiques ont montré que l'échange de matériel génétique est plus aisé chez les procaryotes que chez les eucaryotes). Dans un tel cas, les procédés employés dans les biotechnologies végétales soulèvent des questions de santé publique de manière indirecte, car la généralisation du recours à ces marqueurs semble menacer à terme de rendre la médecine incapable de maîtriser les épidémies. Ce risque est certes faible, mais il s'ajoute à dangers potentiels de la création et de l'utilisation des plantes transgéniques.

#### *d) l'apparition de "superprédateurs"*

En rendant les plantes résistantes à certains ravageurs, l'agriculture accentue la pression de la sélection naturelle. Les plantes transgéniques permettent en effet une utilisation plus intensive des pesticides, herbicides,... puisque ces plantes n'y sont pas sensibles (Altieri, 1998). Loin de permettre une réduction de l'utilisation des traitements chimiques, les plantes transgéniques résistantes à ces traitements incitent les fermiers à accroître les volumes épandus. En effet, comme ces traitements n'entraînent plus un taux de perte élevé dans la production, les fermiers peuvent augmenter les doses épandues pour réduire les pertes dues aux ravageurs et aux maladies.

Même dans le cas des plantes incorporant le gène Bt, qui est considéré comme une protection naturelle, la pression de la sélection naturelle est démultipliée. Ceci découle du fait que, contrairement aux traitements chimiques frappant fortement mais pour une courte période les ravageurs (maladies et insectes), ces derniers sont soumis à un "bombardement" quasi-permanent et à très haute dose des substances produites par les plantes. "Les pulvérisations d'un biopesticide à base de Bt délivrent une dose donnée à un temps t et la toxine est rapidement inactivée par les UV. La pression de la sélection est ainsi moindre que dans le cas des plantes Bt qui administrent une forte dose d'une toxine unique pendant toute la saison et ceci à l'abri des UV."<sup>2</sup> Ces pratiques nouvelles entraînent l'éradication des populations sensibles, mais non de l'ensemble d'une espèce. Les individus possédant des résistances naturelles vont survivre et rapidement représenter la population dominante de l'espèce visée<sup>3</sup>.

La super-pression sélective induite par l'utilisation des plantes transgéniques aboutit à donner naissance à ce que les biologistes appellent des "superprédateurs", c'est-à-dire des ravageurs contre lesquels les méthodes de protection des cultures s'avèrent inefficaces. Une telle accélération de la sélection naturelle aboutit à écourter la période pendant laquelle un traitement est efficace dans la protection des cultures (Rissler, 1998). Les avantages "naturels" des plantes transgéniques disparaissent, nécessitant alors de nouvelles manipulations génétiques ou le recours à... de nouveaux traitements (chimiques).

Enfin, l'éradication d'un insecte peut favoriser la pullulation d'autres insectes qui se trouvent en concurrence avec celui-ci. Le problème est alors déplacé d'une espèce à une autre.

---

<sup>1</sup> Plus précisément, le gène *blaTEM-1* incorporé dans le maïs Bt de Novartis produit l'enzyme bêta-lactamase qui inactive l'ampicilline (Le Dréaut et Revol, 1998). D'autres gènes sont également utilisés, offrant une résistance à la kanamycine, à la néomycine, à l'amikacine, à la streptomycine, à la spectinomycine, etc.

<sup>2</sup> *Courrier de l'environnement de l'INRA* (1998), p.29.

<sup>3</sup> Nous pouvons rapprocher ce phénomène des conséquences à long terme de l'usage du DDT sur les populations de moustiques. Une fois éliminés les insectes sensibles à ce pesticide, les insectes résistants ont constitué la population dominante – rendant inopérant le DDT.

A l'opposé, l'utilisation des plantes transgéniques et les nouvelles pratiques agricoles peuvent conduire à la disparition d'espèces utiles à l'agriculture. Le cas a notamment été évoqué concernant l'impact des plantes transgéniques et des nouvelles pratiques agricoles sur les populations d'abeilles, agents cruciaux de la pollinisation.

### **2.3. Faut-il se réjouir ou s'inquiéter de la "révolution biotechnologique" ?**

Si les questions d'ordre éthique et scientifique suscitent un débat pour le moins virulent et passionné autour des biotechnologies végétales, les menaces tout comme les bienfaits attendus des plantes transgéniques semblent être surestimés. Il convient de souligner que les dangers attachés à l'utilisation des plantes transgéniques sont avant tout potentiels. Aucun fait ne vient corroborer les menaces avancées par les opposants aux biotechnologies végétales. Ces menaces constituent avant tout des hypothèses et, jusqu'à présent, les faits ne viennent pas les appuyer. Comme le souligne une étude de la Royal Society (1998), "le caractère fatidique des croisements entre les espèces domestiques et leurs *alter ego* sauvages est très largement dépendant de la culture concernée [...] En fait, la plupart des croisements entre différentes espèces produiront des hybrides stériles". Si le transfert spontané de gènes est possible par pollinisation croisée, certaines firmes ne manquent pas de souligner que certaines technologies permettent de rendre stériles les plantes transgéniques. Ainsi, il est possible d'éviter tout risque de diffusion incontrôlée des transgènes.

De plus, même si les plantes transgéniques résistantes aux herbicides permettent une utilisation encore plus massive des traitements de protection des cultures, cette possibilité constitue une crainte quelque peu exagérée de la part des mouvements écologistes. Bien sûr, certains agriculteurs peuvent être tentés d'augmenter leurs épandages, mais la plupart d'entre eux cherchent avant tout à réduire les coûts de production – ce qui les incite à réduire autant que possible les quantités de traitements employés. Or les plantes transgéniques résistantes aux maladies ou aux ravageurs ne nécessitent pas certains traitements, ou en quantités bien moindres. De ce fait, l'augmentation de l'utilisation des traitements sera limitée par un arbitrage entre leur coût et l'avantage réel apporté par les quantités additionnelles de traitements. Un effet d'*hysteresis* peut se produire<sup>1</sup>, mais il devrait se résorber au fur et à mesure que les agriculteurs s'habitueront aux nouvelles pratiques agricoles. A long terme, le problème des pollutions connexes apparaît moins important que ne le prédisent les Cassandre.

Dans le cas notamment des gènes marqueurs de résistance aux antibiotiques, le risque effectif reste très faible et il n'est en rien comparable aux dégâts qui ont déjà été causés par le recours massif aux antibiotiques dans les élevages (pour accroître la croissance des animaux et prévenir les risques de maladies). Même si l'utilisation de tels marqueurs peut contribuer au développement de la résistance virale aux antibiotiques, la solution à ce problème réside avant tout dans une modification des méthodes d'élevage et l'arrêt de l'utilisation abusive des antibiotiques en médecine.

Les risques étant non-nuls, il convient donc d'adopter des règles prudentielles. "Il faut absolument préserver l'évaluation au cas par cas et la surveillance sur le terrain des nouvelles variétés transgéniques, afin de pouvoir opposer une compétence scientifique réelle aux pressions plus ou moins subtiles du secteur agro-industriel", remarquait le généticien Pierre Thuriaux dans un numéro récent de *La Recherche* (octobre 1998). Toutefois, il semblerait absurde d'interdire les recherches dans les biotechnologies, en mettant celles-ci à l'index. Il convient d'instaurer des mécanismes de sécurité, notamment en évitant une industrialisation et une diffusion trop rapides des plantes transgéniques.

---

<sup>1</sup> "The fact that many [farmers] take an aesthetic pride in running a farm with 'clean fields' means that reversing the *Silent Spring* scenario might be easier said than done." (Brookes et Coghlan, 1998, p.46).

Les critiques peuvent également se porter sur les mérites tant vantés par les firmes. Si en théorie les plantes transgéniques présentent des avantages indéniables, il apparaît que leurs taux de réussite sont loin d'atteindre 100%. L'efficacité des gènes transférés peut s'avérer toute relative. Ainsi, certains cultivars de maïs Bt, sinon tous, ne sécrètent pas une dose suffisamment forte de protéine pour contrer la pyrale ou l'expression du gène se produit trop tardivement en saison – ce qui réduit singulièrement l'intérêt de cette modification génétique (*Courrier de l'environnement de l'INRA*, 1998). De plus, Pierre Guy, chercheur à l'INRA, rappelle<sup>1</sup> qu'il existe en France trois types de pyrales et qu'elles n'ont pas toutes la même sensibilité au gène *Bt*. De ce fait, les plantes transgéniques possédant ce gène n'ont pas une efficacité garantie contre ce ravageur. Autre exemple : selon Altieri (1998), l'inefficacité du coton Bt à se défendre contre l'anthonome dans l'Est du Texas a nécessité le recours aux traitements chimiques traditionnels.

### **Surfaces cultivées avec des plantes transgéniques (1996, en milliers d'hectares)**

plante	États-Unis	Canada	Europe	Autres	total
maïs	188	0	0	0	188
coton	800	0	0	0	800
colza	0	140	0	0	140
soja	400	0	0	150	550
tomate	4,4	0	0	20	24,4
pomme de terre	0	0	0	0,4	0,4
tabac	0	0	0	800	800
TOTAL	1392,4	140	0	970,4	2502,8
poids/pays	55,6%	5,6%	0%	38,8%	100%

*Source* : CFS, GNIS, UIPP (1997), p.60.

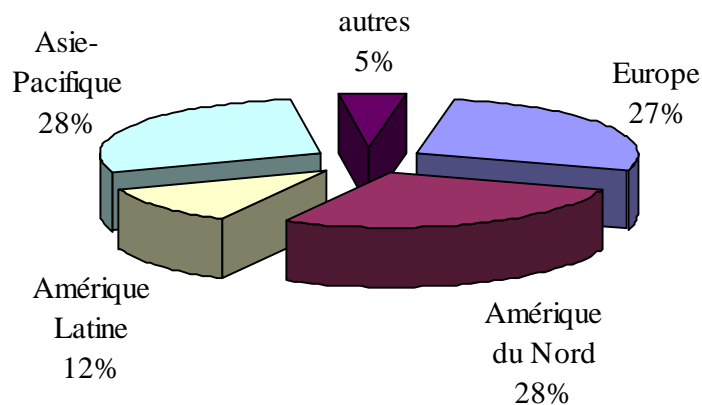
Comme le montre Gaitis (1999), les craintes à l'égard des aliments transgéniques constituent plus le résultat d'une méconnaissance des biotechnologies que d'un danger démontré scientifiquement. Les questions essentielles ne découlent pas de l'intérêt scientifique des biotechnologies et de leurs aboutissements, mais plutôt de la manière dont ces technologies sont utilisées par les firmes. En effet, note Gaitis (1999), "l'utilisation de manipulation génétique aura des effets bénéfiques, incluant des impacts sur les qualités nutritionnelles, la saveur, le choix à bas prix" des aliments. Tout dépend en fait des choix qui seront (et sont) faits par les firmes : quels caractères implanteront-elles par transgénèse dans les plantes ? Cette question renvoie à une autre : quelles sont les manipulations génétiques qui offrent les perspectives de profit les plus importantes ?

En analysant les espèces de plantes utilisées par les firmes de biotechnologies, il apparaît également que la démarche de ces firmes est purement commerciale et non humaniste comme le prétendent notamment les grands groupes. Le tableau de la page précédente met en évidence le fait que les transgénèses portent essentiellement sur des plantes plantées ou utilisées dans les pays industriels. Ce n'est pas en améliorant génétiquement le blé ou le tabac qu'il sera possible d'éradiquer la faim dans le monde. Il apparaît que les cultures fondamentales des pays en développement (sorgho, millet, etc.) intéressent peu les firmes – exception faite du riz qui intéresse autant les pays en développement que les pays industriels.

<sup>1</sup> Entretien, *Les Échos*, 18 décembre 1998, p.51.

Qui plus est, le prix des semences transgéniques est beaucoup plus élevé que celui des semences traditionnelles, de sorte que les populations les plus pauvres ne peuvent accéder à ces semences. Nous sommes bien loin des objectifs prétendument humanistes affichés par des géants de l'agrochimie comme Monsanto. L'utilisation des biotechnologies s'avère être le plus souvent une opération à but très lucratif. Comme le remarque Pierre Guy<sup>1</sup>, la lutte contre la faim dans le monde est un prétexte, voire une forme de chantage, servant aux agrochimistes à imposer leurs variétés et aux scientifiques à faire financer leurs recherches. Les grands groupes de l'agrochimie destinent leurs plantes transgéniques au marché solvable – i.e. les pays industriels – puisque le coût de développement et de vente de ces plantes est nettement supérieur à celui des semences non modifiées. Or le graphique ci-dessous fait clairement apparaître le poids prédominant des pays industriels dans le marché de l'agrochimie.

### Le marché mondial de l'agrochimie (1996)



Les biotechnologies sont assez éloignées de ce que certains perçoivent comme une "Frankescience", mais ceci ne veut pas dire que le laisser-faire soit la solution la plus adaptée. Les appétits (croissants) des firmes tendent à faire passer la course au profit avant les règles prudentielles qui s'imposent à l'égard de savoirs nouveaux et dont nous ne connaissons qu'imparfaitement les conséquences à long terme. Si révolution il y a avec les biotechnologies végétales, celle-ci se situe moins dans le domaine de la science et de la technique que sur un plan économique. La bataille décisive ne se joue pas dans les laboratoires, mais à la Bourse. Seules les plantes transgéniques engendrant des droits de propriété et susceptibles de générer des profits dépasseront les portes des laboratoires pour être industrialisées. L'évolution du secteur des biotechnologies végétales depuis le début des années 1990 confirme de manière croissante cette tendance.

<sup>1</sup> Entretien, *Les Échos*, 18 décembre 1998, p.51.



### **3. Enjeux industriels et financiers**

Le débat éthique et scientifique actuel nous donne une vision biaisée des enjeux majeurs soulevés par les biotechnologies. La question essentielle ne réside pas dans ce qu'engendreront ces technologies (même si le sujet mérite débat), mais qui en bénéficiera du point de vue économique. De fait, les biotechnologies constituent un enjeu très important pour les entreprises et les États, car elle apparaissent comme un secteur d'avenir – en termes de croissance, de création d'emploi et de compétitivité internationale. Le Dréaut et Revol (1998) vont même jusqu'à affirmer que nous assistons aujourd'hui dans les biotechnologies "à un phénomène qui n'est pas sans rappeler l'explosion des petites sociétés informatiques il y a vingt-cinq ou trente ans".

Si le débat scientifique et éthique est important pour les gouvernements et les firmes, ce n'est pas essentiellement en raison d'un choix de société. L'intérêt des dirigeants politiques et économiques découle prioritairement du fait que ce débat va poser les conditions dans lesquelles les avancées des biotechnologies pourront atteindre le stade de l'industrialisation et de la commercialisation (ou ne le pourront pas). Des questions telles que "faut-il stopper l'industrialisation des biotechnologies ?" ou "peut-on laisser les recherches se poursuivre tout en interdisant la vente de plantes transgéniques ?" déterminent en grande partie l'avenir des firmes, mais aussi place à venir des différents pays dans le domaine des biotechnologies végétales, puisque les géants de l'agrochimie ont la possibilité de déplacer leurs activités de recherche vers les pays ayant la législation la plus permissive. Cette question s'est notamment posée en Suisse lors du référendum de juin 1998. Les opposants à l'interdiction des plantes transgéniques ont brandi – avec un certain réalisme et parfois cynisme – la menace d'un départ de la recherche en biotechnologies de Novartis ou d'autres groupes, ce qui aurait entraîné la quasi-disparition des recherches dans ce domaine en Suisse...

Les biotechnologies végétales posent donc de véritables enjeux économiques. Les recherches sont importantes depuis le milieu des années 1970 et le soutien de l'État a été important. Ces travaux ont permis l'émergence d'un grand nombre de petites firmes de haute technologie que certains considèrent comme le terreau de la croissance au siècle prochain. Si ce foisonnement d'entreprises nouvelles explique le soutien croissant des États, il tend cependant à masquer le rôle grandissant des grands groupes de l'agrochimie traditionnelle dans les biotechnologies végétales. Sentant la menace que représentent pour eux ces technologies alternatives, les grands groupes agrochimiques ont en effet transformé une menace en opportunité. Les biotechnologies végétales sont placées au cœur de leur redéploiement industriel depuis le début des années 1990.

#### **3.1. Le passage imminent du laboratoire à l'exploitation industrielle**

Les biotechnologies ont suscité un engouement certain au cours des années 1980, mais la fin de la décennie a été marquée par une certaine déception car les recherches tardaient à passer au stade de l'industrialisation. Pourtant les recherches menées alors atteignent depuis quelques années le stade de la maturité et les applications industrielles tendent à se multiplier. Ceci explique le regain d'intérêt que suscitent les biotechnologies non seulement de la part des firmes, mais également des États à la recherche de nouvelles opportunités de croissance dans les pays industriels. Il apparaît donc important de mettre en place législatif et fiscal qui favorise l'émergence de ces nouvelles activités.

L'avancée du cadre légal en matière de biotechnologies végétales est d'autant plus cruciale que les pays se trouvent en concurrence les uns par rapport les autres<sup>1</sup>. Dans un domaine où la recherche joue un rôle-clé dans la détermination de la place future de chaque firme et de chaque économie nationale, tous les pays essaient de se positionner au mieux de manière à s'assurer le rôle de leader dans les biotechnologies. Il leur est donc nécessaire de mettre en place un cadre légal propice à l'épanouissement aux nouvelles technologies : non seulement en matière de biotechnologies, mais aussi pour des sujets connexes essentiels comme le développement du capital-risque ou les procédures de transferts de technologies de la recherche publique vers les entreprises. L'objectif des États est de favoriser l'effort de recherche et de permettre l'apparition d'entreprises de premier ordre, ce qui assurera la compétitivité des économies nationales en matière de biotechnologies.

*a) un secteur dynamique, en expansion*

Les questions éthiques et scientifiques tendent à faire oublier que les pressions du lobby des biotechnologies en faveur de l'industrialisation des découvertes résultent avant tout de l'importance des sommes investies et de la recherche de nouvelles opportunités d'investissement, pour les firmes et par les firmes. Une étude récente du SESSI a révélé qu'en 1995, une firme de la chimie sur cinq utilisait en France au moins un procédé biotechnologique (Trouche, 1996). Si les biotechnologies au sens strict représentaient seulement 4% de l'ensemble des ventes de producteurs bio-industriels, soit tout de même 6,6 milliards de francs, leur poids tend à s'accroître très rapidement. Ceci explique la pugnacité et la mobilisation très forte de ce lobby.

Les sommes engagées aux États-Unis apparaissent faramineuses. Les 1274 firmes de biotechnologies américaines représentent un investissement cumulé de plus de 93 milliards de dollars. Elles ont encore attiré plus de 5,5 milliards en 1997 ! Le dynamisme des biotechnologies repose en grande partie sur une multitude de petites entreprises<sup>2</sup>, très orientées vers les activités de recherche. Aux États-Unis, les firmes de biotechnologies totalisaient, en 1997, 140 000 emplois ; mais un tiers de ces firmes avaient moins de 50 employés et les deux-tiers employaient moins de 135 personnes (BIO, 1998b).

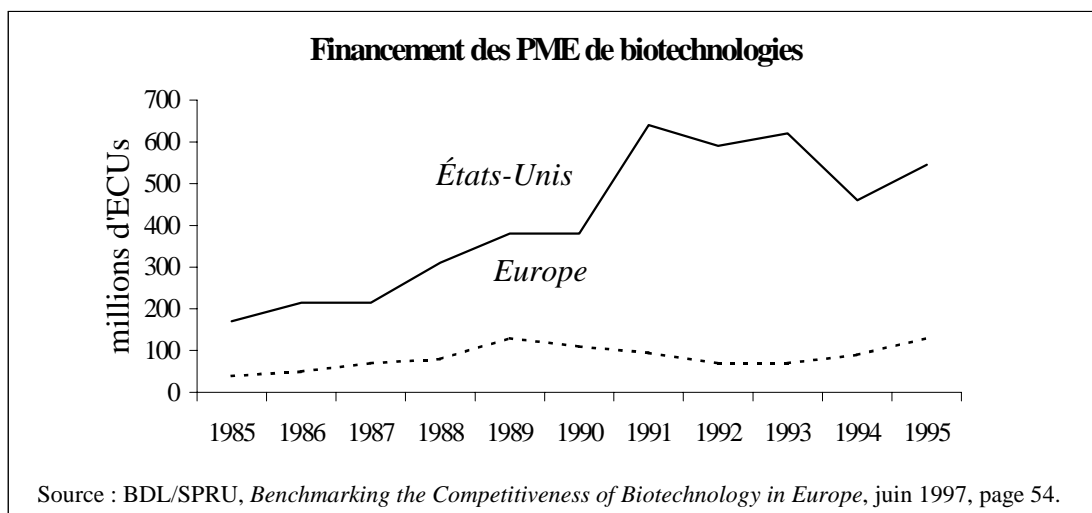
De fait, les biotechnologies constituent un domaine d'intervention privilégié du capital-risque, après les technologies de l'information. Si cette disponibilité de capitaux a permis l'émergence d'une multitude de firmes et l'industrialisation croissante des découvertes scientifiques, la viabilité de ces firmes dépend très fortement de leur capacité à vendre les applications des biotechnologies végétales. L'évolution du cadre législatif est important pour permettre à ces firmes de développer des produits novateurs et pour rentabiliser les sommes très élevées qui ont été investies au cours des années 1980 et surtout depuis le début de la décennie, comme le souligne le graphique de la page suivante.

Aux États-Unis, par exemple, les dépenses de recherche-développement ont atteint neuf milliards de dollars en 1997, permettant le dépôt de 10 500 brevets. Si ces firmes s'avèrent essentielles pour le développement de cette industrie, leur petite taille les rend fragiles et l'industrialisation de leurs travaux constitue une condition *sine qua non* de leur survie.

---

<sup>1</sup> Ceci renvoie, de manière plus générale, au débat sur la bioéthique. Les choix qui sont faits par chaque pays et la rapidité avec laquelle ils sont faits apparaissent déterminants pour les firmes dans leur course technologique tant au niveau national qu'au niveau international.

<sup>2</sup> Aux États-Unis, les deux-tiers des firmes emploient moins de 135 salariés, un tiers ne dépassant pas 50 personnes (BIO, 1998a).



D'un autre côté, les réussites industrielles sont multiples et souvent impressionnantes, à l'instar de Flamel Technologies. Fondée en 1990 et financée grâce au capital-risque, cette startup française constitue une des plus belles réussites industrielles de la décennie. L'exemple de cette firme et d'autres suscite l'intérêt des investisseurs, à la recherche d'opportunités de placements à fort rendement. Le développement des activités de biotechnologies a pris des proportions importantes depuis quelques années. En Europe par exemple, le nombre de sociétés dépassait plus de 1000 en 1997, employant près de 40000 personnes<sup>1</sup>.

De plus, les biotechnologies apparaissent comme un secteur très valorisant pour les gouvernements, puisque les salaires y sont plus élevés et la valeur ajoutée par salariée nettement supérieure à la moyenne de l'industrie. Qui plus est, ces firmes ont une activité de recherche très importante : l'investissement moyen en recherche-développement par salarié des firmes américaines atteignait 70 000 dollars en 1997, contre 30 600 dollars en moyenne dans les principales firmes pharmaceutique et 7650 dollars pour l'ensemble des entreprises américaines<sup>2</sup>. Ces différentes conditions permettent de comprendre les raisons pour lesquelles les biotechnologies végétales ne laissent pas les pouvoirs publics insensibles. Les enjeux en termes d'emplois et de croissance expliquent les pressions exercées sur les gouvernements afin d'autoriser la commercialisation des plantes transgéniques. Aux pressions internes s'ajoute la multiplication des pressions internationales. En effet, les biotechnologies apparaissent comme un "nouvel Eldorado" ; chaque État essaie de se positionner dans ce nouveau marché et d'ouvrir des marchés extérieurs aux firmes nationales.

D'ailleurs, l'agro-industrie joue un rôle important dans la balance commerciale des principaux pays industriels. Comme le rappellent Paugh et Lafrance (1997), les États-Unis sont le premier exportateur au monde de produits agricoles, avec plus de 57 milliards de dollars en 1994 (ce qui crée approximativement un million d'emplois). De ce fait, "les biotechnologies recèlent des potentialités pour jouer un rôle-clé afin de maintenir le leadership américain dans la production alimentaire" (p.46). Si l'impact des produits agricoles dans le commerce international des États-Unis et de la France est connu, les semences et les traitements chimiques forment; elles aussi, des activités nettement excédentaires. Selon l'Union des Industries de la Protection des Plantes, le chiffre d'affaires total des industries phytosanitaires françaises s'élevait à 19,4 milliards de francs en 1997, dont plus d'un tiers à

<sup>1</sup> *De la biologie au business*, RDT Info, DG XII, Commission européenne, n°19, juin-juillet 1998, pp.19-20.

<sup>2</sup> Paugh et Lafrance (1997), p.30.

l'exportation – soit environ 6,5 milliards de francs<sup>1</sup>. Nous pouvons alors comprendre que les biotechnologies ne constituent pas une activité pour laquelle le "laisser-faire" prédomine (et prédominera).

*b) une implication croissante des pouvoirs publics*

L'attirance des États pour les biotechnologies participent d'une tendance plus générale en faveur des technologies avancées. La plupart des grands pays industriels ainsi que la Commission européenne considèrent que les biotechnologies forment les technologies les plus prometteuses et les plus cruciales pour le développement durable au siècle prochain, tant du point de vue environnemental que du point de vue économique. Face à un contexte économique déprimé (chômage, désindustrialisation, concurrence internationale exacerbée), les gouvernements cherchent des moyens de redynamiser les économies nationales. Dans un tel contexte, soulignent Albert et Mougenot (1988), "les créations d'entreprises de technologie avancée font l'objet de soins tous particuliers des pouvoirs publics : elles sont le symbole de la renaissance industrielle que tous les aménageurs et responsables politiques appellent de leurs vœux" (p.106). L'attrait des biotechnologies sont multiples :

- elles sont créatrices d'emplois nobles de haute technicité et, indirectement, d'emplois induits en nombre élevés ;
- elles permettent de développer un capital technologique qui renforce et renouvelle la qualité du tissu industriel ;
- elles présentent des potentialités de croissance fortes ;
- leurs produits ont souvent une valeur ajoutée élevée et une capacité d'exportation forte ;
- ces activités industrielles sont "propres", c'est-à-dire peu ou non polluantes.

Les multiples avantages qu'offrent les biotechnologies expliquent l'intérêt précoce des États pour ces recherches dans les grands pays industriels. Dès 1981, le Japon a considéré les biotechnologies comme une priorité nationale. Le MITI accorde autant d'importance aux biotechnologies qu'aux technologies de l'information – un point de vue qui est partagé par les États-Unis. Pour autant, les pays ne se trouvent pas dans la même situation à l'égard des biotechnologies végétales.

Comme le rappellent Ballantine et Thomas (1997), "les États-Unis sont en avance par rapport à l'Europe dans l'exploitation des biotechnologies dans l'agriculture ; la majeure partie des la R&D se fait aux États-Unis et au Canada ; de plus nombreux produits ont été approuvés aux États-Unis et au Japon qu'en Europe" (p.11). Les États-Unis ont compris très rapidement l'intérêt économique, commercial des biotechnologies végétales. Possédant une nette avance technologique dans ce domaine, les États-Unis ont une balance commerciale nettement excédentaire grâce aux exportations de produits, aux contrats de recherche-développement et au versement de royalties sur les brevets détenus par les firmes américaines (alors que la balance commerciale globale connaît un déficit croissant).

Deux questions se posent cependant. D'une part, si le gouvernement américain peut se réjouir de cette situation, rien ne garantit qu'elle durera. Il est donc nécessaire de mettre en place les conditions pour que les recherches et l'industrialisation des biotechnologies soient facilitées. D'autre part, le marché américain ne saurait suffire au développement des firmes américaines de biotechnologies. Si les États-Unis veulent imposer leurs firmes de biotechnologies dans la concurrence internationale, il est nécessaire que les entreprises américaines aient accès à des marchés extérieurs. Comme le soulignent Paugh et Lafrance (1997), "l'accès à des marchés mondiaux est essentiel pour obtenir un retour sur investissement élevé et pour maintenir la compétitivité des États-Unis" (p.102).

---

<sup>1</sup> *Les Échos*, 20 mai 1998, p.12.

Ceci explique la pugnacité du gouvernement américain en faveur de la suppression des barrières tarifaires et surtout non-tarifaires à l'encontre des plantes transgéniques, ainsi que pour une modification des législations nationales sur les brevets en faveur des organismes génétiquement modifiés. Les États-Unis veulent éviter que ne se reproduisent des conflits du type de l'affaire de la somatotropine bovine. Hormone de croissance très largement utilisée aux États-Unis, elle a été interdite en 1990 par l'Union européenne pour des raisons de santé et soumise à un moratoire jusqu'en 2000. Les pertes induites pour les firmes américaines ont été importantes et le gouvernement américain aimerait que les autres pays adoptent une législation aussi souple que la leur à propos des biotechnologies, de manière à prévenir une éventuelle interdiction<sup>1</sup> et à faciliter les exportations des firmes américaines.

Ce contexte de concurrence internationale croissante explique, d'une part, que les acteurs de l'agro-industrie opèrent un lobbying intensif auprès des pouvoirs publics<sup>2</sup> et, d'autre part, que certains acteurs publics s'inquiètent du retard que prend l'Europe par rapport à ses concurrents directs. Les biotechnologies restent d'ailleurs une activité peu développée en Europe – en comparaison du Japon et surtout des États-Unis. Cette interrogation est d'autant plus forte en France, puisque l'agro-industrie française se place comme le challenger des États-Unis dans le commerce international des produits agricoles.

La brevetabilité des découvertes des biotechnologies forme un des principaux enjeux de cette course technologique. Paugh et Lafrance (1997) ne remarquent-ils pas que "la capacité à contrôler les découvertes par le biais de l'établissement de droits de propriété intellectuelle est fondamentale pour la compétitivité de l'industrie des biotechnologies" (p.97) ? Afin de faciliter le dépôt de brevets, l'office américain des brevets a défini dès juin 1995 des critères permettant d'établir l'"utilité" d'une invention dans les biotechnologies, ce qui constitue un élément fondamental dans la brevetabilité d'une découverte. La réglementation au sein de l'Union européenne connaît une évolution plus lente. Ceci explique que les firmes nord-américaines soient les principaux dépositaires de brevets en biotechnologies végétales. Sur la période 1980-1994, les firmes européennes possédaient 14% des brevets américains, alors que les firmes américaines détenaient 56% des brevets déposés auprès de l'European Patent Office (Ballantine et Thomas, 1997, p.39).

Les ministres européens chargés du marché intérieur sont parvenus à un consensus en novembre 1997 sur la protection juridique des inventions biotechnologies, afin de remédier à un retard tant décrié. La directive adoptée harmonise les brevets qui portent sur les inventions liées aux produits composés de matière biologique, ainsi que sur les procédés pour produire, traiter et utiliser cette dernière. Cette décision politique vise avant tout à favoriser l'émergence d'applications industrielles à partir des avancées dans les biotechnologies. En effet, cette directive élargit de manière non négligeable le champ de la brevetabilité du vivant<sup>3</sup> à :

- une matière biologique isolée de son environnement naturel ou produite à l'aide d'un procédé technique, *même lorsqu'elle préexistait à l'état naturel* ;
- les inventions portant sur des plantes ou des animaux, si leur application n'est pas techniquement limitée à une variété ou une race ;
- un élément isolé du corps humain produit par un procédé technique, même si sa structure est identique à celle d'un élément naturel.

---

<sup>1</sup> "Pour éviter des cas similaires [à celui de la somatotropine bovine], les États-Unis recherchent à définir des réglementations harmonisées, scientifiques pour les produits alimentaires issus des biotechnologies au sein de la commission *Codex Alimentarius*, un organisme conjoint de l'Organisation Mondiale de la Santé et de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture." (Paugh et Lafrance, 1997, p.105)

<sup>2</sup> Les industriels européens des biotechnologies sont représentés par un syndicat, EuropaBio, qui rassemble 44 firmes multinationales et environ 600 PME.

<sup>3</sup> *Les Échos*, 28 novembre 1997, p.13.

Qui plus est, les tests expérimentaux des plantes transgéniques sont très inégalement répartis dans le monde. La difficulté qui se pose aux firmes est que les législations nationales se sont pas toutes aussi permissives que celle des États-Unis. De ce fait, les autres pays tendent à prendre un retard certain, qu'il est urgent de combler selon les firmes de biotechnologies. Le poids de l'Amérique du Nord est écrasant, puisque les États-Unis et le Canada représentent 67% de l'ensemble des expérimentations en champs sur la période 1986-1995, contre 22% pour l'Europe (Union européenne, Norvège et Suisse) et 11% pour le reste du monde. Un tel déséquilibre explique la virulence des défenseurs des biotechnologies végétales et leur volonté d'accélérer la libéralisation des biotechnologies. Les différences de réglementation entre pays gênent ou facilitent la recherche et le passage des avancées dans la production. Lorsque l'Europe autorise la commercialisation de cinq produits, les États-Unis en approuvent vingt-trois et le Japon sept. Ces entraves sont dénoncées par les firmes, qui craignent de voir les firmes américaines accaparer l'ensemble du marché.

L'intérêt des pouvoirs publics ne se limite pas au cadre juridique. La recherche publique est fortement mobilisée afin de favoriser les découvertes et soutenir le développement de nouvelles entreprises. Selon un rapport de l'OTA (1991), aux États-Unis en 1990, la National Science Foundation a consacré 40 millions de dollars aux biotechnologies agricoles et le ministère de l'agriculture plus de 116 millions. La même année, le ministère japonais de l'agriculture consacrait à lui seul plus de 80 millions de dollars à ce champ de recherche. Les évolutions récentes soulignent l'intérêt croissant des pouvoirs publics à l'égard des biotechnologies végétales (longtemps négligées au seul profit de la recherche médicale et pharmaceutique). Paugh et Lafrance (1997) notent que le ministère américain de l'agriculture a dépensé plus de 234 millions en recherche-développement dans ce domaine, soit un doublement de l'effort de recherche par rapport à 1990. Altieri (1998) rapporte qu'aux États-Unis, 46% des firmes de biotechnologies végétales participent au financement de la recherche universitaire.

En Europe, les États et l'Union européenne cherchent à combler le retard actuel à l'égard des États-Unis. Le quatrième programme-cadre Science Recherche Développement de la Commission européenne (1994-1998) consacrait 552 millions d'ECUs aux biotechnologies, dont environ 24% aux travaux sur les plantes et les animaux. La Commission européenne a également organisé un forum "Biotechnologie et Finance" en mai 1998 pour faire connaître ses programmes et faciliter les contacts entre les firmes de biotechnologies et les investisseurs potentiels. Le commissaire européen chargé de la recherche, Édith Cresson, a récemment annoncé que les crédits octroyés aux biotechnologies bénéficieraient de la plus forte augmentation dans le cinquième programme-cadre SRD.

Certains pays vont même plus loin, mettant en place des programmes d'encadrement du développement des biotechnologies. L'Allemagne, par exemple, a lancé en 1995 le programme *Bio regio*, dont l'objectif est de promouvoir la diffusion des biotechnologies dans certaines régions par la coopération public-privé et la création de réseaux de partenariat. En 1995-1996, un budget de 150 millions de marks a servi à sélectionner trois régions-cibles et un ensemble de projets. L'existence de tels programmes expliquent que les financements directs de projets de biotechnologies en Allemagne soient passés de 99 millions de marks en 1991 à 471 millions en 1996 (Licht, 1997). Les biotechnologies en général et végétales en particulier forment un axe majeur de l'effort des États en faveur d'une redynamisation des tissus économiques.

### *c) un marché-clé du XXIème siècle*

Malgré l'effervescence autour des biotechnologies, les débouchés actuels restent limités. Les potentialités n'en sont pas moins importantes à moyen et long terme. Si le marché des

produits phytosanitaires représente aujourd'hui quelques 30 milliards de dollars, le marché de la maîtrise du génome végétal est évalué à terme par les entreprises à 500 milliards de dollars... On comprend alors que les agrochimistes s'intéressent autant aux firmes de biotechnologies et réorientent leur effort de recherche en direction de ces nouvelles technologies. En outre, beaucoup de scientifiques, à l'instar du prix Nobel de chimie Robert Curl, estiment que si le XXème siècle a été le siècle de la physique et de la chimie, "il est clair que le siècle prochain sera celui de la biologie" (Rifkin, 1998). Certaines estimations évaluent le marché des semences transgéniques entre 3 et 4 milliards de dollars dès 2005 (Mattei, 1997).

**Ventes globales des produits fondés sur les biotechnologies  
(millions de dollars)**

domaines	1996	2006	évolution
diagnostic non-médical	250	600	+140%
champs spécialisés	330	2200	+567%
<i>agriculture</i>	<i>320</i>	<i>2600</i>	<i>+712%</i>
diagnostic humain	2100	5500	+162%
traitements humains	9000	32000	+256%
total	12000	42900	+257%

*Source* : DG XII, *Inventing Tomorrow*, Commission européenne, Bruxelles, 1996, page 23.

Comme le montre le tableau ci-dessus, les biotechnologies végétales ne représentent qu'une fraction du marché global des biotechnologies. En 1995, les firmes spécialisées dans les biotechnologies végétales constituaient seulement 16% de l'ensemble des firmes de biotechnologies en Europe. Aujourd'hui, le marché est amplement dominé par les applications dans le domaine de la santé, ce qui explique que ce dernier attire bien plus l'attention. Les produits destinés à l'agriculture ne doivent pas être négligés pour autant. En effet, les biotechnologies végétales ont connu un départ plus tardif par rapport à la recherche médicale et pharmaceutique ; les applications industrielles commencent seulement à apparaître.

De plus l'intérêt croissant des grands groupes de l'agrochimie depuis quelques années accélère le passage des découvertes du laboratoire à la chaîne de production et multiplie l'effort de recherche-développement. Cette nouvelle donne explique les prévisions très optimistes de développement des biotechnologies végétales. Les ventes de firmes spécialisées sur ce segment des biotechnologies semblent appelées à connaître une des plus fortes croissance – passant de 2,7% à 6,1% du marché total en une décennie.

### **3.2. Agro-industrie, une recomposition industrielle sous influence**

L'euphorie qui entoure les biotechnologies végétales tend à nous laisser croire que ce secteur constitue un cadre idéal pour l'épanouissement de l'esprit d'entreprise et un profond renouvellement du tissu productif. Pourtant, à y regarder de plus près, les récents succès des biotechnologies ont attiré l'intérêt des grands groupes industriels. Dans le cas des biotechnologies végétales, les grands groupes dominant les marchés ont fondé leur développement sur la vente de traitements chimiques. Pendant une longue période, ils ne se sont pas intéressés aux biotechnologies, considérant avec un certain mépris les recherches en

la matière (même si une faible partie de leur recherche-développement y était consacrée à partir des années 1980, comme le montre le tableau de la page suivante).

### La recherche biotechnologique et les grands groupes de l'agrochimie

firme	pays	engagement
Zeneca	Royaume-Uni	1970-1975
DowElanco (Dow Chemicals)	États-Unis	1978
Du Pont de Nemours	États-Unis	1979
Monsanto	États-Unis	1979
Rhône-Poulenc	France	1979
Cyanamid	États-Unis	1980
Novartis ( <i>via</i> Sandoz)	Suisse	1980
AgrEvo (Hoechst/Schering)	Allemagne	1980-1981
Bayer	Allemagne	1981

Source : CFS, GNIS, UIPP (1997), p.50.

Les réussites apparaissant au début de la décennie ont toutefois suscité une certaine inquiétude chez ces grands groupes, car les biotechnologies sont en mesure de proposer des solutions alternatives aux procédés traditionnels de protection des cultures. Nous pouvons constater depuis le début des années 1990 que ces groupes cherchent à prendre le contrôle des mutations technologiques et industriels, afin d'en accaparer les profits. Les biotechnologies végétales deviennent ainsi une arme dans la concurrence entre grands groupes et contre la menace que représente l'émergence de nouvelles firmes. Elles permettent aussi de renforcer l'emprise de géants de l'agrochimie sur l'ensemble de l'agro-industrie.

#### *a) la forêt qui cache l'arbre*

Si les géants de l'agrochimie se sont intéressés dès les années 1980 aux biotechnologies, il faut reconnaître qu'ils ont longtemps traité ces recherches à la légère. De fait, les investissements dans les biotechnologies ne constituaient qu'une fraction marginale de leur effort de recherche-développement – l'essentiel des fonds étant consacré aux travaux sur les traitements chimiques traditionnels. D'ailleurs, les biotechnologies ne représentent qu'une très faible part du marché de la protection des cultures. Les traitements chimiques traditionnelles dominent totalement ce marché, ce qui explique l'emprise des dix principaux groupes de l'agrochimie. Comme le montre le tableau de la page suivante, ces dix groupes contrôlent près de 90% du marché de la production des cultures. La "forêt" des petites et moyennes firmes masque le rôle fondamental des grands groupes, ainsi que leur capacité à orienter ce marché.

D'ailleurs, s'il est indispensable de prendre une option sur l'évolution future en investissant aujourd'hui dans les biotechnologies, les industriels ne manquent pas de rappeler que les traitements chimiques conservent encore pour une période longue un bel avenir dans la protection des cultures. Le groupe Rhône-Poulenc estime que le marché mondial des biotechnologies végétales s'élèvera à 30 milliards de francs en 2005, ce qui représente 14% seulement du marché de la protection des cultures. Non seulement, la chimie possède d'un important potentiel d'innovation, mais il faudra encore une longue période avant que les biotechnologies soient capables de résoudre pleinement et efficacement les difficultés auxquelles est confrontée l'agriculture.



Si la vigueur et la multiplication des petites entreprises constituent la face apparente des activités de biotechnologies végétales, une telle présentation masque le poids écrasant des grands groupes à la fois comme entrave au développement de ces technologies, jusqu'au début des années 1990, et comme catalyseur/amplificateur depuis quelques années. Après avoir concentré leur stratégie de croissance sur l'emploi massif des traitements chimiques dans l'agriculture, ces groupes ont progressivement changé d'attitude depuis le début des années 1990 – moins par crainte de l'apparition de technologies alternatives que dans la recherche de moyens pour dépasser les limites atteintes par les activités qui ont fait leur fortune depuis cinquante ans.

**Le marché mondial de l'agrochimie  
chiffre d'affaires global 1997 (millions de dollars)**

firme	chiffre d'affaires	part de marché
Novartis	4199	14,7%
Monsanto	3126	11,0%
Zeneca	2674	9,4%
Du Pont de Nemours	2518	8,8%
AgrEvo	2352	8,3%
Bayer	2254	7,9%
Rhône-Poulenc Agro	2202	7,7%
Cyanamid (AHP)	2119	7,4%
Dow Agro-Sciences	2050	7,2%
BASF	1855	6,5%
<b>TOTAL</b>	<b>25349</b>	<b>88,9%</b>

AHP : American Home Products

Dow Agro-Sciences est le nouveau nom de DowElanco

Source : *AGROW World Crop Protection News* ; Novartis Crop Protection AG, Bâle, 1998.

La pratique du "tout chimie" dans l'agriculture est de plus en plus contestée et, depuis quelques années, ses limites apparaissent de manière flagrante : appauvrissement, voire désertification des terres arables, pollutions multiples, etc. Ces problèmes engendrés indirectement par les traitements chimiques mettent en péril la croissance de grands groupes de l'agrochimie. Des pressions croissantes s'exercent à l'égard des agriculteurs et des industriels afin de réduire l'utilisation des pesticides et des engrais. Le cas le plus extrême est représenté par le Parlement danois, qui a demandé la suppression complète de leur utilisation en 2010 (*Courrier de l'environnement de l'INRA*, 1998). Les autres pays apparaissent moins intransigeants, mais les pressions exercées à l'encontre des agriculteurs et des agrochimistes restent importantes. Cette tendance se caractérise notamment par l'interdiction progressive de certains principes actifs (l'endosulfane en Australie, les monocrotophoses en Chine, etc.) et par un abaissement continu des seuils autorisés de pesticides/herbicides dans l'alimentation et l'eau.

A ces problèmes environnementaux vient s'ajouter une saturation des marchés solvables (i.e. les pays industriels). La généralisation de l'usage des engrais et pesticides rend difficile

une augmentation supplémentaire des ventes pour les agrochimistes. La concurrence entre groupes ne cesse de croître, limitant très fortement leurs marges<sup>1</sup>. La question est alors, pour ces firmes, de trouver le moyen de différencier leurs produits, en accroissant notamment la valeur ajoutée des produits. Cette situation explique l'intérêt croissant des agrochimistes pour les biotechnologies. La réduction des coûts de production agricole est bien au cœur de la révolution industrielle, plus que technologique, en cours. Une étude anglaise<sup>2</sup>, réalisée dans le Cambridgeshire, montre que l'utilisation de betteraves à sucre transgéniques permet de réduire les épandages d'insecticide et d'herbicide en volume et en nombre. Le coût des traitements connexes passe ainsi de 350 à 290 livres sterling, soit une économie supérieure à 17%.

Cherchant à récupérer ces avancées scientifiques à leur profit, les agrochimistes se sont engagés, depuis la fin des années 1980 et surtout depuis le milieu des années 1990, dans une stratégie de redéploiement de leur effort de recherche-développement, d'alliances et/ou d'acquisitions de firmes de biotechnologies (Lion, 1998). Si nous nous en tenons à l'analyse courante de la multiplication des alliances entre petites firmes et grands groupes dans le domaine des biotechnologies, cette tendance n'apparaît pas nuisible aux petites firmes.

Paugh et Lafrance (1997) estiment ainsi que "les petites et moyennes firmes de biotechnologies végétales se concentrent sur des niches de marché [...] et s'associent avec des firmes diversifiées plus grandes qui leur fournissent l'accès au capital, aux réseaux de distribution, à l'expertise commerciale et aux contacts internationaux" (p.78). Nous pouvons toutefois douter du fait que les rapports de forces entre des entreprises aussi inégales aboutissent à un partage équitable des bénéfices de telles associations. Nos doutes sont d'ailleurs renforcés par un élément souvent négligé : les produits développés par les petites firmes de biotechnologies entrent directement en concurrence avec les produits distribués par les grands groupes ; leurs technologies se présentent comme des alternatives à celles qui forment le cœur de l'activité des grands groupes. Comment imaginer alors que ces groupes ne se sentent pas menacés par la montée en puissance de nouvelles technologies ?

Les grands groupes de l'agrochimie doivent donc choisir entre deux stratégies. La première consiste à tuer la menace dans l'œuf, c'est-à-dire à empêcher le développement des biotechnologies. Toutefois cette solution, adoptée au cours des années 1980, s'avère peu viable à long terme en raison des avantages réels apportés par les biotechnologies et surtout des critiques croissantes à l'égard du "tout chimie". La deuxième solution consiste à supprimer la menace en en prenant le contrôle. Au lieu de chercher à combattre les firmes de biotechnologies, les géants de l'agrochimie tentent de prendre le contrôle de la révolution en marche en passant des accords de recherche et/ou de commercialisation avec les petites firmes, voire en les acquérant pour maîtriser et intégrer les avancées des biotechnologies.

L'étude du comportement stratégique des grands groupes depuis le début de la décennie<sup>3</sup> montre que la deuxième solution a rallié la majorité de l'oligopole de l'agrochimie. Après avoir menacé de déstabiliser cet oligopole, les biotechnologies végétales sont aujourd'hui instrumentalisées pour le renforcer.

#### *b) choc technologique et redéploiement industriel*

L'arrivée au stade d'industrialisation des procédés biotechnologiques provoque une profonde modification du paysage industriel. Confrontés à la contestation des procédés industriels qui ont fait leur fortune, les grands groupes se sont engagés depuis le début des

---

<sup>1</sup> Les agriculteurs, cherchant à réduire leurs coûts de production, mettent en concurrence leurs fournisseurs et réduisent leur consommation. Ainsi, le marché des produits phytosanitaires tend depuis le début des années 1990 à baisser de manière globale, accroissant encore la concurrence entre firmes.

<sup>2</sup> Institute of Arable Crops Research, septembre 1998, étude citée par *Farmers Weekly*, le 9 septembre 1998.

<sup>3</sup> Cf. annexe 1.

années 1990 à un redéploiement, qui s'est encore accentué à partir du milieu de la décennie. Le changement d'optique est souvent radical. De plus, les petites firmes innovantes se trouvent confrontés à des problèmes de croissance, leurs besoins financiers apparaissant tout à fait disproportionnés par rapport à leur taille.

Le secteur des biotechnologies tend aujourd'hui vers la constitution d'un monopole ou tout du moins d'un oligopole – "la voie de toutes les industries modernes couronnées de succès" remarque Lane (1997). Ceux qui survivront à la consolidation des biotechnologies récolteront les bénéfices des efforts de recherche menés depuis les années 1970. Or la tendance actuelle d'OPA des biotechnologies par les grands groupes de l'agrochimie laisse penser que les géants de demain ressembleront fortement à ceux d'aujourd'hui... Il peut alors sembler paradoxal que les firmes qui se sont développées grâce à une agriculture fondée sur l'agrochimie soient celles qui tirent les bénéfices de technologies se posant en alternative à cette vision de l'agriculture.

Si les géants de l'agrochimie se sont engagés avec un certain retard dans la recherche en biotechnologies et l'industrialisation de ses produits et procédés, ils ont opérés un rattrapage assez spectaculaire depuis le début des années 1990. En effet, pour pallier leurs carences, les grands groupes ont suivis deux axes stratégiques principaux :

- 1) une réorientation de leur politique de recherche-développement en direction des biotechnologies (notamment en tissant des alliances stratégiques et des coopérations stratégiques avec des PME de hautes technologies) ;
- 2) une politique d'acquisition de firmes, notamment des startups, afin de trouver par croissance externe les technologies et savoir-faire leur faisant défaut.

Le cas de Du Pont de Nemours est assez éloquent. Alors que ce conglomérat symbolisait naguère l'industrie chimique traditionnelle, il cherche aujourd'hui à assurer sa place dans les technologies émergentes – au prix d'une profonde remise en cause de ses activités. Après avoir choisi une position attentiste, Du Pont veut devenir le leader des sciences de la vie. Du Pont de Nemours s'est engagé depuis mai 1998 dans une réorientation majeure de sa stratégie de croissance, et les biotechnologies se situent au cœur du nouvel axe que s'est fixé le premier chimiste américain. Son nouveau président, Chad Holliday, rappelle que Du Pont a vécu trois révolutions depuis la fondation de l'entreprise en 1803, la dernière s'étant produite dans les années 1930 avec la découverte du Nylon – avant d'ajouter : "la quatrième fois a déjà commencé avec notre travail dans les biotechnologies, les nouveaux procédés de catalyse chimique et les innovations dans l'énergie"<sup>1</sup>. Les activités qui ont fait la fortune de Du Pont depuis un demi-siècle (Nylon, polyester, polymères) arrivent aujourd'hui à maturité et le groupe cherche aujourd'hui ses activités de demain.

Les bénéfices dégagés dans les activités traditionnelles et par la vente d'actifs jugés non stratégiques permet d'investir massivement dans de nouvelles activités, ce qui explique les multiples acquisitions de Du Pont dans les biotechnologies à partir du milieu des années 1990. Les objectifs fixés en 1998 se passent de commentaires : la pharmacie, la nutrition et l'agrochimie devront représenter 35% des bénéfices en 2002, contre 20% en 1998 (pour seulement 5,5% des 45 milliards de dollars de chiffre d'affaires)<sup>2</sup>. En novembre 1997, Du Pont de Nemours a réorganisé ses filiales liées à l'agro-industrie au sein de DuPont Agricultural Products de manière à "servir l'ensemble de la chaîne de l'agrobusiness". De plus, le groupe a pris une participation dans le capital de Pioneer Hi-Bred, n°1 mondial des semences, en 1997 – nouant également des accords de recherche avec ce dernier<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Conférence de presse – propos rapportés par *Les Échos*, 11 mai 1998, p.16.

<sup>2</sup> *Les Échos*, 19 octobre 1998, p.12.

<sup>3</sup> Du Pont s'est également engagé dans une opération de recentrage en se séparant de sa filiale pétrolière Conoco.

Toutefois la métamorphose engagée par Du Pont est sans commune mesure avec la transformation déjà accomplie par son compatriote Monsanto. Fondé en 1901 sur la production de saccharine, Monsanto a bâti sa réputation et sa fortune dans la chimie traditionnelle – tout particulièrement sur le glyphosate, un herbicide de large portée commercialisé sous la marque *Roundup*. Le tournant vers la biologie a été initié en 1985 avec le rachat d'une société pharmaceutique ; mais c'est sur la biologie végétale que Monsanto s'est le plus fortement engagé. Entre 1985 et 1996, notent Le Dréaut et Revol (1998), "cette firme a investi une somme d'environ deux milliards de dollars en recherche-développement dans la création de plantes résistantes à son produit herbicide en utilisant la transgénèse". Ce processus s'est accéléré au cours des deux dernières années, puisque Monsanto a investi deux milliards de dollars supplémentaires.

Pour compléter cet effort de recherche, Monsanto s'est engagé dans d'importantes opérations de croissance externe depuis 1995 (comme le montre le tableau en annexe). Enfin, comme Monsanto souhaitait souligner sa métamorphose et la pousser jusqu'à son terme, le groupe s'est séparé en décembre 1996 de sa chimie traditionnelle<sup>1</sup> pour mieux se concentrer sur la biochimie – et devenir ainsi un spécialiste des "sciences du vivant"<sup>2</sup>. Parallèlement, Monsanto a réalisé l'acquisition d'un grand nombre de semenciers et de firmes de biotechnologies depuis 1996, pour une valeur supérieure à huit milliards de dollars<sup>3</sup>. Numéro deux mondial de l'agrochimie, ce groupe est devenu en quelques années le deuxième semencier au monde.

Cette stratégie révèle les transformations radicales à l'œuvre depuis quelques années. Les géants de l'agrochimie ne se sont pas tous engagés dans une évolution aussi rapide que Monsanto, mais les choix effectués par ce dernier sont assez révélateurs d'une tendance générale au sein de l'oligopole mondial de l'agrochimie. Même BASF, qui paraissait jusqu'à présent insensible aux sirènes des biotechnologies, a débuté l'année 1999 en prenant une participation dans une firme suédoise de biotechnologies végétales, Svalof Weibull, et en créant avec elle une joint-venture de recherche<sup>4</sup>. De chimistes, les grands groupes se métamorphosent peu à peu en spécialiste des sciences de la vie ou du vivant.

Les grands groupes de l'agrochimie évoluent en fait de la chimie traditionnelle vers la "chimie innovatrice". Celle-ci se concrétise par un rapprochement entre les semenciers, les chimistes et les autres intervenants de l'agro-industrie. Il s'agit pour les agrochimistes de passer de la protection des cultures à la production de cultures. Cet objectif est affiché de manière explicite par AgrEvo : "L'objectif stratégique d'AgrEvo est de devenir un acteur majeur sur le marché en croissance de la production des cultures. Le but de cette démarche est d'utiliser les technologies génétiques en parallèle avec les technologies de la chimie conventionnelle pour capter au profit d'AgrEvo de la valeur ajoutée."<sup>5</sup>

De même, en 1996, Zeneca a regroupé ses équipes de recherche en chimie conventionnelle et en biotechnologies au sein de Zeneca Plant Sciences, de manière à développer des produits conjoints. L'approche de Novartis est identique, puisque le rapport

---

<sup>1</sup> Les activités chimiques de Monsanto ont été regroupées au sein d'une nouvelle société baptisée Solutia et cotée séparément en bourse à partir du 1er septembre 1997 (*Les Échos*, 12 mai 1998, p.12).

<sup>2</sup> Les firmes de l'agrochimie tiennent à marquer leur évolution en se définissant depuis quelques années comme des spécialistes des "sciences du vivant" ou "sciences de la vie". Ce glissement terminologique sert aux entreprises à souligner leur désengagement des activités de chimie de base (très cycliques, à faible valeur ajoutée, mal aimées car souvent polluantes) et la concentration de leur croissance sur des activités de technologies plus valorisantes, plus valorisées – en bourse notamment – et dégageant des marges élevées.

<sup>3</sup> Cf. les tableaux en annexe concernant les actions stratégiques depuis 1996 des dix principaux groupes mondiaux de l'agrochimie.

<sup>4</sup> *Les Échos*, 19 janvier 1999, p.16.

<sup>5</sup> AgrEvo, *Annual Rapport 1997*, p.15.

annuel 1997 souligne qu'une stratégie commune en matière de biotechnologies entre le secteur de protection des cultures et le secteur des semences pourra "créer la base pour exploiter au mieux les synergies inhérentes aux deux activités en ce domaine" (p.5) – avec l'objectif affiché de devenir le premier intégrateur au monde dans le domaine des technologies végétales... D'ailleurs Novartis a créé deux centres de recherches aux États-Unis, qui vont constituer les fers de lance de sa recherche biotechnologique : la création en 1998 du Novartis Agricultural Discovery Institute à San Diego et l'expansion de Novartis Agribusiness Biotech Research dans le Research Triangle Park en Caroline du Nord.

*c) la mise sous tutelle de la recherche publique*

Les biotechnologies sont-elles des "biens publics", librement et gracieusement accessibles par tous ? Nous sommes en droit de nous poser la question, puisque la majeure partie des recherches ont été menées sur fonds publics. L'intérêt des grands groupes semble pourtant changer la donne depuis quelques années. Non seulement la recherche publique devient de plus en plus dépendante des fonds privés pour assurer son financement, mais les programmes de coopération tripartite (groupes-petites firmes-organismes publics) tendent à devenir un outil d'"externalisation internalisante" de la recherche des grands groupes en matière de biotechnologies végétales.

Les nouvelles connaissances scientifiques issues des organismes publics de recherche sont de plus en plus considérées comme des informations confidentielles en raison de leur valeur commerciale – tant de la part des États que des firmes d'ailleurs. "Du statut de 'bien public', financé par les pouvoirs publics et accessible à tous, les avancées scientifiques font aujourd'hui partie du secret industriel, financé par tous et accessible à personne" remarque Goupillon (1996). L'attitude de l'INRA offre une bonne illustration de cette évolution notable. Établissement public, l'INRA limite aujourd'hui la divulgation de certaines informations scientifiques car il est contraint au secret par les contrats qui le lient à ses partenaires industriels. Ceci ne ressemblerait-il pas à une privatisation de la recherche publique, dans le sens d'une appropriation de ses résultats par quelques groupes dominants ?

Le renforcement des liens entre les firmes et les organismes publics est également perceptible dans les autres grands pays industriels, notamment aux États-Unis. Il faudrait d'ailleurs plutôt parler d'une mainmise des grands groupes sur la recherche publique. La situation est telle aux États-Unis que Leonard Minsky, directeur de la Coalition nationale universitaire, en arrive à affirmer que "les universités sont devenues un enfer de corruption"<sup>1</sup>. Par exemple, depuis 1986, Monsanto a versé plus de 100 millions de dollars à l'Université de Washington, recevant en retour les droits d'exploitation des recherches, l'Université de Caroline du Nord reçoit l'aide financière de plus de quarante firmes, etc. De plus en plus, les universités voient leurs recherches financées par des firmes, ce qui n'augure rien de bon quant à l'indépendance des chercheurs et à l'orientation donnée à leurs travaux... surtout en période de restriction des dépenses publiques (Mellon, 1998).

Même lorsque les petites firmes de biotechnologies végétales s'associent entre elles et/ou avec des organismes publics, ces firmes parviennent difficilement à s'extraire de l'influence des grands groupes. L'exemple du programme de recherche en génomique végétale lancé en 1998, Génoplante, est éloquent. Regroupant des organismes publics et un ensemble de petits semenciers, ce programme n'échappe pas à la présence de Rhône-Poulenc. Or l'exemple du programme BioAvenir pourrait inquiéter les semenciers sur l'orientation que prendra Génoplante. En effet, le poids prédominant de Rhône-Poulenc dans BioAvenir a eu pour

---

<sup>1</sup> Cf. Leonard Minsky, "Encadrer sans entraver", *Biofutur*, avril 1991.

conséquence de dévier totalement les objectifs de ce programme en l'asservissant aux objectifs propres de Rhône-Poulenc<sup>1</sup>.

Le redéploiement industriel des grands groupes de l'agrochimie transforme donc leur entrée dans les biotechnologies végétales en véritable tsunami : leur emprise croît de manière considérable et semble ne rencontrer aucune limite. Cette métamorphose interne des groupes, liée aux contraintes nouvelles qu'ils doivent affronter, se transforme ainsi en une recomposition du secteur des biotechnologies végétales dans son ensemble au seul profit des géants de l'agrochimie. Cette absorption/mise sous tutelle du secteur des biotechnologies végétales est rendue possible par la puissance financière de ces groupes et leur capacité à se poser comme le point de passage obligé de la configuration industrielle en formation.

Comme ne manque pas de le souligner Paillotin (1998), l'évolution industrielle induite par les biotechnologies était prévisible : la mise en œuvre des biotechnologies demandant des investissements importants (et souvent démesurés par rapport aux capacités financières de petites firmes), "elle intéresserait en premier lieu les grandes firmes internationales de l'agrofourmiture [... cherchant] à exploiter leurs avantages comparatifs acquis dans le passé grâce au développement de la chimie"<sup>2</sup>.

#### *d) d'un oligopole à l'autre : le développement d'offres combinées*

Naguère, les semenciers et les agrochimistes travaillaient de manière indépendante ; leurs produits constituaient des marchés distincts. Avec le recours aux biotechnologies, ceci n'est plus vrai. Ces deux groupes possèdent des actifs complémentaires. D'un côté, les agrochimistes détiennent les gènes nécessaires afin d'améliorer les qualités intrinsèques des plantes ; de l'autre, les semenciers possèdent des "semences souches" dont les qualités agronomiques constituent un atout essentiel pour capter l'attention des agriculteurs. La nouvelle donne technologique explique le rapprochement de ces deux groupes (Joly, 1998) – ou plutôt la prise de contrôle de nombreux semenciers par les principaux agrochimistes, qui cherchent par ce moyen à valoriser leur portefeuille de gènes, à assurer leur croissance et à améliorer leurs marges bénéficiaires.

Si l'industrie mondiale des semences a un chiffre d'affaires global de l'ordre de 30 milliards de dollars, ce secteur reste relativement fragmenté par comparaison aux autres activités de l'agro-industrie, et tout particulièrement l'agrochimie. Les dix principaux semenciers ne représentent que 18% de l'ensemble du marché des semences. Il existe d'ailleurs en France plusieurs centaines de "petits" semenciers (108 obtenteurs, 284 producteurs). Un mouvement de concentration a cependant été amorcé sous l'influence des géants de l'agrochimie. Multipliant les acquisitions, Monsanto est ainsi devenu en quelques années Le numéro deux mondial. La fusion entre Ciba et Sandoz en 1997 a fait du nouveau groupe, Novartis, le troisième semencier mondial ; Zeneca pour sa part se trouve au cinquième rang, Dow Agrosiences au onzième rang et AgrEvo au seizième rang. Quant à Du Pont de Nemours, son alliance stratégique avec le numéro un mondial, Pioneer Hi-Bred, le positionne très favorablement pour influencer ce secteur.

Une évolution aussi rapide que radicale amène Bizet (1997) à s'interroger : "Ce phénomène de concentration pose la question de l'indépendance des firmes semencières traditionnelles". L'intégration verticale de l'agro-industrie ne résulte pas seulement du désir des agrochimistes de contrôler l'ensemble de ce secteur. Ce qui intéresse essentiellement ces groupes, ce sont le savoir-faire et la qualité des fonds génétiques (*germplasm*) des semenciers.

---

<sup>1</sup> En France, le programme BioAvenir – auquel l'État a apporté 610 millions de francs (soit 60% du coût total) – lancé en 1990 par Rhône-Poulenc en collaboration avec les grands organismes de la recherche publique a vu ses orientations totalement définies en fonction des objectifs de ce groupe...

<sup>2</sup> Paillotin (1998), p.58.

En effet, posséder la maîtrise d'un gène (technologiquement et grâce à un brevet) n'est pas suffisant en soi ; il est nécessaire de pouvoir l'introduire dans une semence possédant des qualités agronomiques attractives. Hendrik Vefaille, président de Monsanto, souligne que l'acquisition des activités semences de Cargill permet au groupe d'avoir "un accès plus rapide aux marchés mondiaux"<sup>1</sup> dans la valorisation de ses brevets en biotechnologies. Ceci explique la corrélation entre l'industrialisation croissante des biotechnologies végétales et l'intérêt de plus en plus pressant des agrochimistes pour les producteurs de semences.

Le redéploiement en cours va encore plus loin. Les agrochimistes utilisent les plantes transgéniques afin de relancer les ventes de leurs traitements traditionnels (i.e. chimiques). Cherchant à différencier leur offre et à accroître les ventes de traitements "classiques", ces groupes proposent une *offre combinée* alliant des semences transgéniques et les traitements chimiques adaptés à ces semences. Comme le remarque incidemment une brochure d'AgrEvo<sup>2</sup>, si la transgénèse peut aider les plantes à se protéger des insectes et des maladies (de manière toute relative d'ailleurs), aucune modification génétique ne saurait préserver les plantations des mauvaises herbes. La compétition entre espèces sur une surface donnée ne peut pas être résolue autrement que par le recours à des traitements chimiques visant à éradiquer les espèces indésirables.

Pourtant, les biotechnologies ne sont pas absentes d'une telle lutte dans l'accès aux éléments nutritifs. En effet, la principale difficulté à laquelle se sont heurtés les agriculteurs et les agrochimistes est que les plantes utiles sont également sensibles aux herbicides. Leur utilisation pose donc un dilemme. Si la quantité employée n'est pas assez importante, les mauvaises herbes ne seront pas éradiquées, et le rendement des plantations sera réduit en raison de la surface occupée par les mauvaises herbes. D'un autre côté, si les quantités d'herbicides sont suffisamment importantes pour supprimer les mauvaises herbes, les herbicides détruiront également une partie de la récolte – réduisant le rendement des plantations.

Les biotechnologies permettent de dépasser les limites actuelles de rendement des cultures, en incorporant par transgénèse des gènes de tolérance aux herbicides. Ainsi, le dilemme dans l'utilisation des herbicides peut être transcendé. Le recours à ces traitements permet à la fois d'éradiquer les mauvaises herbes tout en améliorant sensiblement le rendement des plantations. Cette vision de l'apport des biotechnologies n'a pas échappé aux grands groupes de l'agrochimie, puisqu'elle leur permet de combiner leur savoir-faire traditionnel avec les avancées majeures des biotechnologies.

Une spécificité remarquable des géants de l'agrochimie est qu'ils cherchent toujours de nouveaux principes actifs permettant d'élaborer de nouveaux traitements chimiques, mais dans une optique légèrement différente. Par exemple, Rhône-Poulenc place de grands espoirs dans les isoxazoles, une nouvelle famille d'herbicides ; mais ce groupe ne s'est pas contenté de développer des applications traditionnelles. Parallèlement, les chercheurs ont cherché à identifier un gène de résistance aux isoxazoles, qui sera proposé dans des plantes mères dès 2000 (Laperrousaz, 1998)...

Le graphique de la page suivante souligne le fait que les choix opérés par les géants de l'agrochimie se portent certes sur l'amélioration des mécanismes "naturels" des plantes, mais aussi et surtout sur une meilleure capacité des plantes à supporter les traitements connexes qui constituent les produits traditionnels de ces firmes<sup>3</sup>. Brookes et Coghlan (1998) rapportent

---

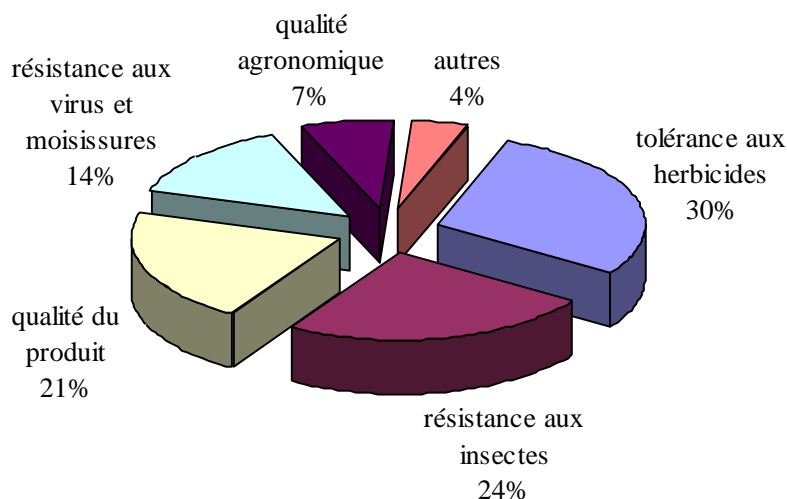
<sup>1</sup> G. Sengès, "Monsanto consolide son pôle agriculture", *Les Échos*, 30 juin 1998, p.13.

<sup>2</sup> AgrEvo, *Plant Biotechnology in weed control*, LibertyLink, Frankfurt-am-Main, 1998.

<sup>3</sup> D'après certaines estimations, les manipulations génétiques servant à introduire une tolérance aux herbicides atteindraient même *près de 50%* de l'ensemble des opérations de transgénèse dans le monde (Denis, 1998, p.51).

d'ailleurs que sur les 27,8 millions d'hectares plantés avec des OGM aux États-Unis, *plus de 71%* de cette surface sont occupés par des plantes tolérantes à des herbicides.

### Caractères introduits dans les semences transgéniques aux États-Unis (1987-1997)



Source : "Les organismes génétiquement modifiés", *Enjeux/Les Échos*, n°134, mars 1998, p.54.

AgrEvo commercialise ainsi depuis 1995 des semences de colza transgéniques sur le marché canadien, qui sont tolérantes à son herbicide vedette Liberty (contenant du glufosinate). Cette offre combinée – appelée Liberty Link – associe l'herbicide Liberty et des semences SeedLink. En 1997, AgrEvo a obtenu l'autorisation de commercialiser à la fois Liberty et un maïs transgénique de type Liberty : 90 producteurs de semis proposent 180 hybrides tolérants à Liberty aux producteurs américains de maïs<sup>1</sup>.

Monsanto propose pour sa part depuis 1996 des semences transgéniques Roundup Ready, qui sont tolérantes à son fameux herbicide miracle. Il faut noter d'ailleurs que si Monsanto a décidé en 1996 de se séparer de ses activités de chimie, ce groupe a néanmoins pris le soin de conserver les activités offrant des synergies avec les biotechnologies végétales. La division agrochimique, qui produit l'herbicide Roundup, forme ainsi un des piliers de la nouvelle société – "ce qui signifie que Monsanto peut créer des marchés complémentaires pour Roundup et ses plantes transgéniques 'Roundup Ready' [tolérant cet herbicide]" (Lane, 1997).

De même, Zeneca souligne qu'"avec Amistar, Bravo et une seconde génération de strobilurin en développement, il est capable d'offrir une combinaison unique de solutions chimiques et génétiques aux problèmes de maladies des plantes"<sup>2</sup>. Rhône-Poulenc a notamment développé une variété de coton tolérant au bromoxynil avec la firme américaine Calgene, commercialisé depuis 1995 aux États-Unis. En fait, les grands groupes de l'agrochimie ne raisonnent plus à partir d'un principe actif décliné sous différentes formulations et usages, mais en termes de *plate-forme technologique* associant les connaissances de la chimie, de l'agronomie et des biotechnologies. Une question se pose alors : "Avec le développement par des grands groupes des technologies de transgénèse, sous

<sup>1</sup> Cf. AgrEvo, *Plant Biotechnology, Questions and answers*, Fankfurt-am-Main, 1997.

<sup>2</sup> Zeneca, *Annual Report 1997*, p.1.



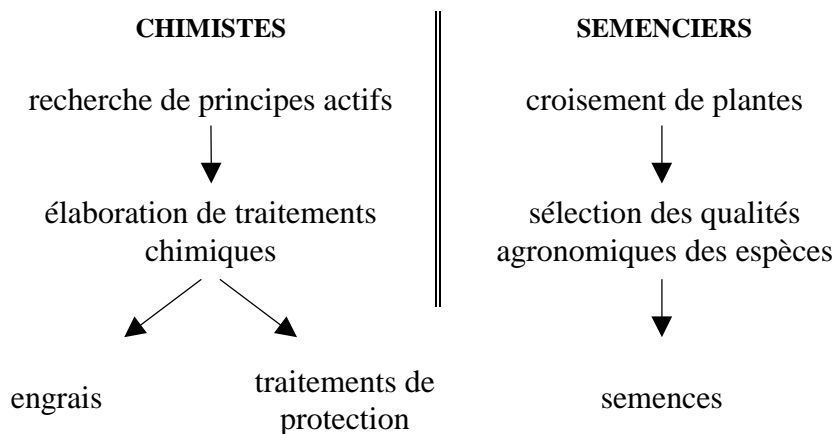
protection juridique, grâce à un système de brevets, l'agriculture ne risque-t-elle pas de devenir un marché captif pour ces sociétés ?"<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Bizet (1997).

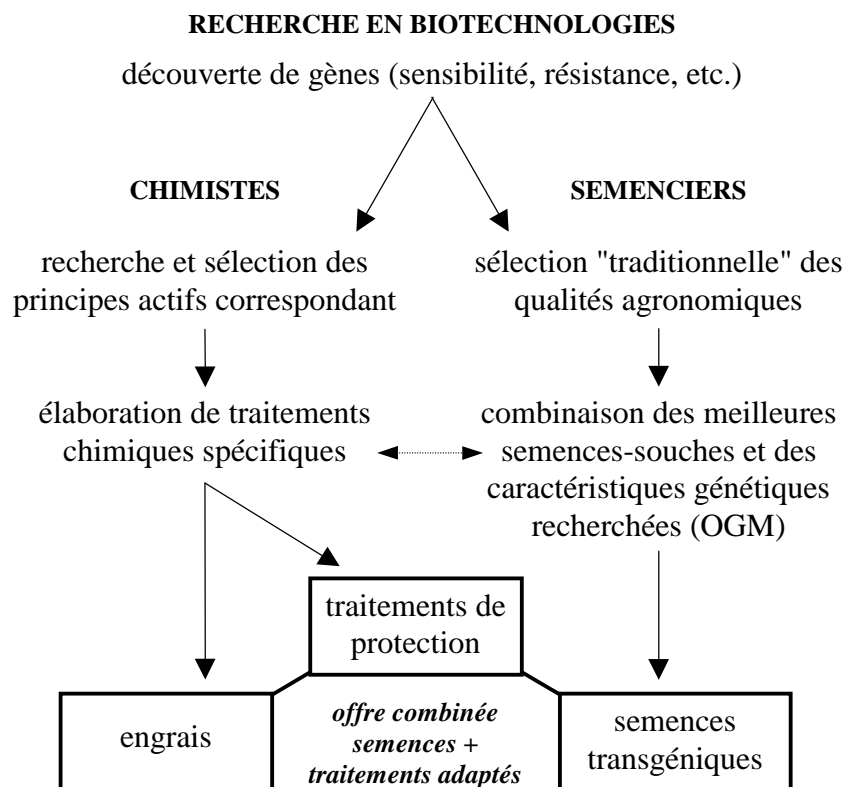
## BIOTECHNOLOGIES ET ÉVOLUTION DES RELATIONS ENTRE INDUSTRIELS ET AGRICULTEURS

### Modèle "traditionnel"



*Offres séparées des différents intrants agricoles*

### Modèle induit par le recours aux biotechnologies



En effet, l'intérêt des grands groupes n'est pas seulement de récupérer les avancées des biotechnologies. Ces technologies offrent aux agrochimistes la possibilité de développer une nouvelle approche de la relation entre l'agriculteur et ses fournisseurs d'intrants. En effet, le modèle traditionnel de cette relation présente un éclatement en relations bilatérales sur les trois marchés des semences, des engrais et des traitements chimiques. Même si les deux derniers marchés sont souvent contrôlés par les mêmes firmes, les traitements chimiques et les engrais peuvent être considérés comme des produits distincts et autonomes (l'emploi d'un engrais n'étant pas lié à des traitements de protection des cultures spécifiques).

En proposant des offres combinées, les groupes agrochimiques cherchent en réalité à accroître la dépendance des agriculteurs à leur égard et à créer des marchés captifs. Cette évolution offre deux avantages majeurs. Les agriculteurs achetant certaines semences sont presque automatiquement contraints d'acheter les traitements adéquats. La différenciation des pools d'intrants engendrent des barrières à l'entrée qui rendent inopérants les mécanismes de marché. Il en découle que les groupes ne sont plus soumis à la pression de la concurrence, ce qui leur permet d'augmenter leurs marges sans craindre une désertion des agriculteurs. Les biotechnologies permettent à des firmes confrontées à un marché de plus en plus concurrentiel (substituabilité croissante des produits, principaux brevets tombant dans le domaine public, etc.) d'évoluer à nouveau vers un oligopole monopolistique<sup>1</sup>. Dans un marché agrochimique en quasi-stagnation et dont les marges sont laminées depuis quelques années par une concurrence croissante, ces deux avantages sont tout à fait appréciables !

Bien entendu, les agriculteurs peuvent refuser ce diktat des firmes de l'agrochimie<sup>2</sup>. Toutefois, il semblerait plutôt irrationnel d'acheter des semences transgéniques à une firme pour ses qualités agronomiques et agricoles, sans acheter les traitements connexes qui sont les plus adaptés (et qui permettent de ce fait d'obtenir le meilleur rendement). La stérilisation des semences, souvent présentée les firmes de biotechnologies comme la garantie que les caractères attribués aux plantes par transgénèse ne "s'évaderont" pas dans la nature, permet également de réduire la marge de manoeuvre des agriculteurs. La "technologie Terminator"<sup>3</sup> constitue pour les groupes une protection de leurs investissements en recherche-développement, car les semences stériles empêchent les agriculteurs de conserver une partie de leur récolte comme semence pour la récolte suivante. Harry Collins, le directeur de ce projet chez D&PL, a affirmé sans détour que "cette technologie vise simplement à protéger la propriété intellectuelle des firmes"<sup>4</sup>.

Une menace similaire pèse sur les semenciers (encore) indépendants. Si les biotechnologies permettent d'élaborer plus rapidement et plus sûrement de nouvelles semences, cette révolution technologique n'est pas sans incidence sur le coût de développement des produits. La mise au point d'une semence transgénique coûte en effet dix fois plus cher que les méthodes traditionnelles de sélection (Bernard *et alii*, 1998). De petite taille pour la plupart, les semenciers n'ont pas pour la plupart une capacité financière suffisante pour se placer en compétiteur vis-à-vis des géants de l'agrochimie ; la généralisation de l'utilisation des plantes transgéniques risque de placer *de facto* les semenciers sous la dépendance de ces grands groupes. Comme le note l'INRA (1998), "une hypothèse d'évolution, dans le cas d'une utilisation importante des OGM, est le risque d'exclusion du

---

<sup>1</sup> Cf. E.H. Chamberlin, *The Theory of Monopolistic Competition*, Harvard University Press, 1933.

<sup>2</sup> La Cour Suprême a jugé illégaux les contrats imposés par Monsanto aux agriculteurs américains achetant ses semences transgéniques, par ce qu'ils les obligeaient à n'utiliser que les traitements chimiques de cette société.

<sup>3</sup> Delta & Pine Land, une startup de biotechnologie récemment rachetée par Monsanto (Cf. annexe 1), a déposé en mars 1998 sur un "procédé de protection des technologies", que ses opposants ont qualifié de "technologie Terminator" (U.S. patent 5,723,765). Ce procédé consiste à adjoindre aux plantes transgéniques trois gènes qui, une fois activés dans les plantes, produisent une toxine tuant les graines de ces mêmes plantes.

<sup>4</sup> Service (1998), p.850.

marché de la création variétale des sélectionneurs n'appartenant pas aux groupes industriels détenteurs des transgènes". Pour le dire d'une autre manière, les semenciers qui ne seraient pas rachetés par les groupes agrochimiques se trouveraient soumis à leur volonté en raison d'une dépendance technologique et économique. Il leur faudrait obtenir des licences auprès des groupes de manière à pouvoir incorporer dans les semences les gènes nécessaires et leur produits seraient totalement dépendants de la vente de ceux des grands groupes.

Les offres combinées permettent enfin aux géants de l'agrochimie de conserver leur position de monopole sur certains principes actifs au-delà de la période légale de protection des brevets. En effet, depuis quelques années, les grands groupes de l'agrochimie doivent faire face à un problème crucial : leurs produits-vedettes sont fondés sur des composants assez anciens ; la plupart des brevets sont tombés ou vont prochainement tomber dans le domaine public, ce qui menace la pérennité des groupes. Le brevet de Monsanto sur le glyphosate – découvert en 1974 – doit expirer en 2000, or ce principe actif forme le cœur de son herbicide-vedette *Roundup*. En perdant le monopole de ce composant, Monsanto voit sa pérennité mise en péril : d'autres chimistes pourront produire des herbicides génériques en les proposant à des prix bien plus faibles que celui du Roundup.

Les grands groupes de l'agrochimie se trouvent face à une alternative. La première solution est de découvrir des nouveaux principes actifs, mais un tel choix nécessite de très lourds investissements et rien ne garantit que l'effort de recherche produira des résultats (tout du moins à une échéance suffisamment proche). La deuxième alternative est de contourner le problème en instaurant des barrières à l'entrée. Cette solution semble avoir été choisie par les géants de l'agrochimie comme réponse à la fin de validité de leurs brevets, de manière à préserver à court terme leur ventes et à prolonger la période de rentabilisation des investissements déjà réalisés.

Si la plupart d'entre eux tentent de découvrir de nouveaux principes actifs (le brevet restant le système de protection le plus solide) pour assurer leur croissance sur le long terme, presque tous les groupes se sont engagés dans des innovations incrémentales qui leur permettent de prolonger artificiellement leur situation de monopole. Les biotechnologies constituent une opportunité très intéressante pour une telle stratégie, car elles permettent de lier les semences aux traitements chimiques. Or la protection offerte par les brevets peut être prorogée dans le cas d'usages spécifiques des principes actifs. Ainsi, le brevet d'AgrEvo sur le glufosinate est tombé dans le domaine public en 1996, mais ce groupe garde l'entière jouissance de la protection juridique de son monopole sur ce produit pour des usages sélectifs jusqu'en 2007 !<sup>1</sup> Ceci explique l'intérêt croissant des géants de l'agrochimie pour les biotechnologies et leur appétit glouton de PME de hautes technologies dans ce domaine...

---

<sup>1</sup> Cf. AgrEvo, *Plant Biotechnology, Questions and answers*, Fankfurt-am-Main, 1997, p.33.

#### 4. Une utilisation alternative des biotechnologies végétales est-elle possible ?

Loin de déstabiliser l'oligopole de l'agrochimie, les biotechnologies permettent à ces groupes de renforcer leur emprise sur l'agro-industrie (Lane, 1997 ; Rifkin, 1998). L'absorption des semenciers et le développement d'offres intégrées leur permettent d'accroître la concentration des fournisseurs de l'agriculture et d'augmenter la dépendance des agriculteurs vis-à-vis de leurs partenaires industriels. Il ne s'agit cependant pas de la seule manière dont les biotechnologies peuvent être utilisées. Comme le remarque Rissler (1998), les biotechnologies offrent l'opportunité de développer une approche alternative de l'agriculture, mais qui suppose de s'affranchir de l'influence des géants de l'agrochimie. L'évolution de l'agro-industrie se caractérise, sous l'impact des biotechnologies, par une logique d'intégration verticale de plus en plus poussée – qui marque la domination croissante des géants de la chimie sur l'ensemble des activités agricoles. Ces groupes déterminent de plus en plus les activités des semenciers de manière directe (rachats) ou indirecte (licences sur certains gènes) et la manière dont la production agricole est réalisée (semences, traitements liés aux plantes transgéniques, etc.).

Loin de constituer une nouvelle "Révolution verte", la voie choisie pour exploiter les biotechnologies représente indéniablement la poursuite de la logique industrielle née avec le recours intensif aux traitements chimiques dans l'agriculture (en dépit des ravages qu'elle a causés depuis un demi-siècle). Les utilisations actuelles des biotechnologies ne permettent pas un réel changement d'optique dans l'agro-industrie, même si les agrochimistes prétendent œuvrer uniquement contre la faim dans le monde et pour la sauvegarde des écosystèmes. Cette "canalisation" des biotechnologies végétales conduit à reproduire la logique productiviste qui guide l'agriculture depuis la deuxième guerre mondiale, alors même que les biotechnologies offrent la possibilité de développer une approche novatrice de l'agriculture, plus respectueuse des écosystèmes, qui pourrait s'inscrire dans une démarche de développement durable.

Le problème de la lutte contre la pyrale du maïs offre un exemple éloquent de la pluralité des opportunités que recèlent les biotechnologies. Les grands groupes ont mis l'accent depuis quelques années sur les vertus des gènes du *Bacillus Thuringiensis* comme un instrument "naturel" de lutte contre ce ravageur – et d'insister sur l'intérêt quasi-humaniste de ce choix. Cette solution a un avantage majeur : en élaborant des organismes génétiquement modifiés, les firmes peuvent déposer un brevet et obtenir ainsi un droit de propriété sur les plantes.

Pourtant, cette solution n'est pas la seule possible. L'INRA réalise depuis le milieu des années 1980 des recherches sur un ennemi naturel de la pyrale, un parasite dénommé *Trichogramma Brassicae*<sup>1</sup>. Cette petite guêpe a la particularité de déposer ses propres œufs à l'intérieur de ceux de la pyrale, ce qui permet d'éradiquer les larves avant qu'elles ne nuisent aux cultures. Cette méthode de protection apparaît plus simple et sans aucun risque par rapport aux manipulations génétiques, mais son grand inconvénient est qu'il n'est pas possible de breveter un insecte ! Ceci permet de comprendre les raisons pour lesquelles certaines possibilités sont écartées d'emblée par les grandes firmes et les difficultés des petites firmes pour les mettre en œuvre

Les orientations impulsées par les grands groupes restreignent l'étendue des applications des biotechnologies non seulement aux solutions offrant la plus grande profitabilité et appropriabilité, mais encore répondant à une logique industrielle qui leur est propre. Pourtant,

---

<sup>1</sup> Des travaux sur le trichogramme sont également financés par l'Union européenne. Cf. "Lutte biologique contre les insectes nuisibles", *Transfert & Innovation Technologiques*, DG XIII/D-2, Commission européenne, janvier 1998.

une utilisation des biotechnologies plus cohérentes avec leur philosophie d'origine serait plus adaptée aux défis qui se posent à l'agriculture.

## Annexe 1

### **Redéploiement industriel et nouvelle donne stratégique : L'intérêt croissant des grands groupes de l'agrochimie traditionnelle pour les biotechnologies végétales**

firme	date	opération
AgrEvo (60% Hoechst-40% Schering)	1996	acquisition de la firme néerlandaise de biotechnologies végétales Plant Genetic Systems
AgrEvo	1996	acquisition de 20% de l'allemand PlantTec
AgrEvo	1997	acquisition de semenciers, notamment Sunseeds (États-Unis) et Nunhems (Pays-Bas)
AgrEvo	1997	création d'une joint-venture 51/49 avec l'australien Cotton Seed International
AgrEvo	septembre 1998	acquisition des activités "semences" de Cargill
AgrEvo	octobre 1998	acquisition du semencier néerlandais Leen de Mos (légumes hybrides), joint-venture de Zeneca et du sucrier néerlandais Cosun, n°4 mondial des semences de légumes
AgrEvo/Bayer	1996	création d'une joint-venture en Corée du Sud
American Home Products	1994	acquisition de Cyanamid
BASF	janvier 1999	acquisition de 40% de la firme suédoise de biotechnologies végétales Svalof Weibull
BASF	janvier 1999	création d'une joint-venture 85/15 de recherche-développement avec Svalof Weibull (investissements de 58 millions de dollars)
Bayer	octobre 1998	accord de recherche avec Pradigm Genetics, Research Triangle Park, N.C. (investissements de 40 millions de dollars)
Bayer/Monsanto	novembre 1997	création d'une joint-venture 50/50 dans le phytosanitaire, Twinagro (développement et commercialisation d'un nouvel herbicide mis au point par Monsanto)
Dow Chemical	septembre 1996	acquisition par Mycogen du distributeur de semences argentin Morgan Seeds
Dow Chemical	octobre 1996	alliance stratégique entre Mycogen et Verneuil Holding (cession des activités "semences" en Europe contre 18,75% de Verneuil Holding)
Dow Chemical	juin 1997	accord de recherche avec Case Corporation et Pioneer Hi-Bred International afin d'étudier les pratiques agricoles et leurs impacts sur l'environnement
Dow Chemical	mai 1998	acquisition par Mycogen du semencier brésilien Dinamilho Carol Productos Agrícolas (maïs)
Dow Chemical	septembre 1998	accord de recherche de trois ans en génomique avec Biosource Technologies (Vacaville, Californie)
Dow Chemical	septembre 1998	accord de recherche avec AgriBio Tech (Las Vegas, Nevada) dans les gènes de résistances aux insectes
Dow Chemical	septembre 1998	acquisition par Mycogen des semenciers brésiliens Híbridos Colorado et Biogenética de Milho (maïs)

firme	date	opération
Dow Chemical/Rhône-Poulenc	juillet 1998	alliance stratégique avec Mycogen Corporation, filiale détenue en majorité par Dow AgroSciences
Dow Chemical/Rhône-Poulenc	octobre 1998	alliance stratégique dans la recherche-développement pour les biotechnologies végétales
Du Pont de Nemours	1997	acquisition de 20% du capital du semencier américain Pioneer Hi-Bred International
Du Pont de Nemours	1997	création d'une joint-venture, Omnium Quality Grains, avec le semencier américain Pioneer Hi-Bred International
Du Pont de Nemours	février 1997	acquisition des parts de Pfister Hybrid Corn Company et Foundation Seeds de Holden dans leur programme de recherche commun "Optimum(R) high-oil corn"
Du Pont de Nemours	septembre 1997	accord de recherche avec Griffin Corporation (Valdosta, Virginie) dans les traitements de protection des cultures
Du Pont de Nemours	1998	acquisition de Protein Technologies International, n°1 mondial des fournisseurs de protéines de soja aux industries alimentaires et papetières, filiale de Ralston Purina (Saint Louis, Missouri)
Du Pont de Nemours	1998	acquisition du Cereal Innovation Centre en Angleterre
Du Pont de Nemours	janvier 1998	acquisition des activités "Cereal Derived Functional Ingredients" de Dalgety (Cambridge, Royaume-Uni)
Du Pont de Nemours	avril 1998	acquisition de Hybrinova (semencier spécialisé dans les blés hybrides), filiale de Lafarge
Du Pont de Nemours	juillet 1998	accord de recherche en génomique avec CuraGen (New Haven, Connecticut) afin de développer des produits de protection des cultures
Du Pont de Nemours	septembre 1998	accord de recherche avec le John Innes Center, le Sainsbury Laboratory et Plant Bioscience (Norwich, Royaume-Uni) dans les semences de blé, notamment en génomique
Monsanto	juin 1995	acquisition de 49,9% de Calgene
Monsanto	avril 1996	acquisition des activités "biotechnologies végétales" d'Agracetis (groupe W.R. Grace & Co)
Monsanto	août 1997	acquisition Foundation Seeds, Corn States Hybrid Service et Corn States International, filiales de Holden
Monsanto	septembre 1997	acquisition d'Asgrow Agronomics, activité de Seminis, filiale d'Empresas La Moderna (Mexico)
Monsanto	novembre 1997	acquisition du semencier Sementes Agroceres (n°1 brésilien des semences de maïs)
Monsanto	novembre 1997	accord de recherche avec Empresas La Moderna (Mexico) et Mendel Biotechnology (Stanford, Californie) en génomique fonctionnelle agricole
Monsanto	décembre 1997	accord de recherche en génomique du soja avec Stine Seed (Adel, Iowa)
Monsanto	janvier 1998	accord de recherche avec le biotechnologiste français Flamel Technologies sur l'amélioration de la formulation de l'herbicide-vedette <i>Roundup</i>
Monsanto	février 1998	création d'une joint-venture de recherche en génomique végétale avec Millenium Pharmaceuticals (Cambridge Massachusetts), Cereon Genomics LLC
Monsanto	mai 1998	prise de contrôle du semencier américain Delta & Pine Land (Scott, Mississippi), n°1 américain des semences de coton
Monsanto	mai 1998	création d'une joint-venture 50/50 avec Cargill dans les biotechnologies végétales et animales



firme	date	opération
Monsanto	juin 1998	acquisition du semencier américain DeKalb Genetics (DeKalb, Illinois)
Monsanto	juillet 1998	acquisition du semencier Plant Breeding International, Cambridge, filiale d'Unilever (un des leaders européens de la sélection végétale)
Novartis	1997	acquisition de la division Protections des plantes de Merck
Novartis	mai 1998	acquisition de 34% de C.C. Benoist (sélection céréalière)
Novartis	juillet 1998	création du Novartis Agricultural Discovery Institute à San Diego, spécialisé dans la génomique végétale (investissement de 600 millions de dollars sur 10 ans)
Novartis	juillet 1998	création à San Diego du Novartis Agricultural Discovery Institute (investissement prévu : 600 millions de dollars)
Novartis	août 1998	acquisition de la firme italienne Agritrading (RD, développement et vente de matériel génétique à des semenciers de sélection végétale)
Rhône-Poulenc	###	participation à hauteur de 20% dans Limagrain Genetics International
Rhône-Poulenc	1994	création avec Limagrain du GIE Biotechnologies des Cultures
Rhône-Poulenc	mars 1998	augmentation de 13 à 20% de la participation dans Isagro, n°8 italien de la protection de cultures
Rhône-Poulenc	mars 1998	accord de recherche avec la firme italienne Isagro
Rhône-Poulenc	avril 1998	création de Rhobio, entreprise spécialisée dans les biotechnologies agricoles, avec Biogemma (coentreprise des semenciers Limagrain et Pau-Euralis et des organismes financiers des filières agricoles Unigrains et Sofiprotéol)
Rhône-Poulenc	septembre 1998	entrée dans le programme de coopération de recherche en génomique végétale, Génoplante, en partenariat avec l'INRA, Biogemma, les semenciers Sigma/Serasem et Florimond Desprez, le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, l'ORSTOM et le CNRS
Rhône-Poulenc	septembre 1998	accord de recherche avec le Centre National Agricole de Recherche sur le Soja du Brésil (EMBRAPA-SOJA) pour le développement de variétés transgéniques (deuxième pays producteur au monde de soja)
Zeneca	août 1996	création d'une joint-venture 50/50, Advanta, par la fusion des activités "semences" avec le semencier néerlandais Royal VanderHave Group
Zeneca	1997	acquisition de la firme néerlandaise de biotechnologies végétales Mogen International
Zeneca	décembre 1997	acquisition de 20% du semencier américain Exseed Genetics, spécialiste des modifications de la production d'amidon

Sources : rapports annuels des compagnies, communiqués de presse, *Les Échos*.

## Annexe 2

### Les géants de l'agrochimie tissent leur toile (septembre 1997-janvier 1999)

firmes	R&D commune	joint- ventures	acquisitions
AgrEvo	–	1	4
BASF	–	1	1
Bayer	1	1	–
Dow Agro-Sciences	4	–	3
Du Pont de Nemours	3	1	5
Monsanto	3	2	5
Novartis	–	–	3
Rhône-Poulenc Agro	3	1	1
Zeneca	–	–	2

Sources : rapports annuels des compagnies, communiqués de presse, *Les Échos*.

## Bibliographie

- ALBERT P., MOUGENOT P. (1988), "La création d'entreprises high-tech", *Revue Française de Gestion*, mars-avril-mai.
- ALTIERI M. (1998), *The Environmental Risks of Transgenic Crops: An Agroecological Assessment*, Department of Environmental Science, Université de Californie, Berkeley, janvier, <<http://www.pcug.org.au/~jallen/gen37.htm>>, version au 22 septembre 1998.
- BALLANTINE B., THOMAS S. (sous la direction de, 1997), *Benchmarking the Competitiveness of Biotechnology in Europe*, Business Decisions Ltd/Science Policy Research Unit, Université du Sussex, juin.
- BERGELSON J., PURRINGTON C., WICHMAN G. (1998), "Promiscuity In Transgenic Plants", *Nature*, vol.395, n°6697, 3 septembre.
- BERLAN J.P., LEWONTIN R. (1998), "La menace du complexe génético-industriel", *Le Monde diplomatique*, n°537, décembre.
- BERNARD C. *et alii* (1998), "Alimentation, le défi génétique", *Enjeux/Les Échos*, n°134, mars.
- BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION (1998a), *U.S. Biotechnology Industry, Profile 1997*, Washington, <<http://www.bio.org/whatis/legis.dgw>>, version au 18 septembre 1998.
- BIOTECHNOLOGY INDUSTRY ORGANIZATION (1998b), *1998-99 BIO's Guide to Biotechnology*, Washington, <<http://www.bio.org/whatis/guide1.dgw>>, version au 18 septembre 1998.
- BIZET J. (1997), *Transgéniques : pour des choix responsables*, rapport auprès du Sénat, n°440, Paris, <<http://www.senat.fr/rap/o97-440/o97-440.html>>, version au 5 octobre 1998.
- BROOKES M. (1998), "Running Wild", *New Scientist*, 31 octobre.
- BROOKES M., COGHLAN A. (1998), "Live and Let Live", *New Scientist*, 31 octobre.
- BURKE D. (1998), "Why All The Fuss About Genetically Modified Food?", *British Medical Journal*, vol.316, 20 juin.

CFS, GNIS, UIPP (1997), *Les Plantes Génétiquement Modifiées, Une clef pour l'avenir*, Confédération Française des Semenciers/Groupement National Interprofessionnel des Semences et Plants/Union des Industries de Protection des Plantes, Paris, octobre.

*Courrier de l'environnement de l'INRA* (1998), "Quel avenir pour le Bt ?", n°35, novembre.

DENIS A. (1998), "Transgéniques : les jeux sont faits", *Les Échos*, 18 décembre, pp.50-51

GAITIS F. (1999), "Genetically modified foods: Consumers vs. Manufacturers", *Innovations, Cahiers d'économie d'innovation*, n°9, premier semestre.

GOUPILLON C. (1996), "Les risques de la dissémination des plantes transgéniques pour l'environnement", *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, n°27, avril.

GRUIER F. (1998), "Alimentation : la roulette génétique", *Le nouvel Observateur*, n°1757, 9 juillet.

HATHAWAY D. (1998), "Le ver est dans le fruit", *Courrier de la planète*, n°46, juillet-août.

HO M.W., TAPPESER B. (1996), *Transgenic Transgression of Species Integrity and Species Boundaries—Implications for Biosafety*, Workshop on Transboundary movement of living modified organisms resulting from modern biotechnology: issues and opportunities for policy-makers, Aarhus (Danemark), 19-20 juillet, <<http://www.home1.swipnet.se/~w-18472/wanho.htm>>, version au 22 septembre 1998.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (1998), *Les Organismes Génétiquement Modifiés, Panorama et contribution de l'INRA*, 11 juin, <[http://www.jouy.inra.fr/ACTUALITES/DOSSIERS/Table\\_matiere.html](http://www.jouy.inra.fr/ACTUALITES/DOSSIERS/Table_matiere.html)>, version au 17 septembre 1998.

JOLY P.B. (1998), "La naissance d'un cartel ?", *Courrier de la planète*, n°46, juillet-août.

LANE M. (1997), *Land-Speed-Trials: Winners & Losers in the Biotechnology Race*, Institute for Agriculture and Trade Policy, Minneapolis, 13 janvier, <[http://www.acephale.org/bio-safety/l-s-t\\_index.html.htm](http://www.acephale.org/bio-safety/l-s-t_index.html.htm)>, version au 23 septembre 1998.

LAPERROUSAZ P. (1998), "Rhône-Poulenc, les biotechnologies oui, mais...", *L'Usine Nouvelle*, n°2661, 29 octobre.

LE DRÉAUT J.Y., REVOL H. (1998), *De la connaissance des gènes à leur utilisation*, Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Techniques, rapport auprès du Sénat, n°545, Paris, 8 juillet, <[http://www.senat.fr/rap/o97-5451/o97-5451\\_mono.html](http://www.senat.fr/rap/o97-5451/o97-5451_mono.html)>, version au 30 novembre 1998.

LE ROY V. (1996), "La dissémination d'organismes génétiquement modifiés (OGM), la prudence est-elle possible ?", *Dossiers de l'environnement*, n°12, décembre, <<http://www.inra.fr/dpenv/do12-000.htm>>, version au 22 septembre 1998.

LICHT G. (1997), "Technology Diffusion Networks in Germany" in OECD, *Diffusing Technology to Industry: Government Policies and Programmes*, OECD/GD(97)60.

LION V. (1998), "Le nouveau visage de la chimie", *Enjeux Les Échos*, n°135, avril.

MATTEI J. (1997), "Les fabuleux marchés de la génétique", *L'Expansion*, n°547, 17 avril.

MELLON M. (1998), "Combat de sciences, Les biotech dominantes", *Courrier de la planète*, n°46, juillet-août.

OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (1991), *Biotechnology in a Global Economy*, OTA-BA-494, U.S. Congress, Washington, U.S. Government Printing Office, octobre.

PAILOTIN G. (1998), "L'émergence des biotechnologies en agriculture", *Futuribles*, n°235, octobre.

PAUGH J., LAFRANCE J. (1997), *The U.S. Biotechnology Industry*, Office of Technology Policy, U.S. Department of Commerce, Washington, juillet.

RIFKIN J. (1998), "The Biotech Century, Playing Ecological Roulette With Mother Nature's Designs", *E/The Environmental Magazine*, juin.

RISSLER J. (1998), *Biotechnology and Pest Control: Quick Fix vs. Sustainable Control*, Pesticide Action Network North America Regional Center, San Francisco, <<http://www.pcug.org.au/~jallen/gen2.htm>>, version au 22 septembre 1998.

ROYAL SOCIETY (1998), *Genetically Modified Plants for Food Use*, rapport de recherche, Londres, 7 septembre, <[http://www.royalsoc.ac.uk/st\\_pol40.htm](http://www.royalsoc.ac.uk/st_pol40.htm)>, version au 23 septembre 1998.

SERVICE R. (1998), "Seed-Sterilizing 'Terminator Technology' Sows Discord", *Science*, vol.282, 30 octobre.

SEURET F. (1999), "Les poisons du Sud", *Alternatives économiques*, n°166, janvier.

*The Economist* (1998), "In defence of the demon seed", 13 juin.

TROUCHE T. (1996), "Émergence des bio-industries", *Le 4 Pages du SESSI*, n°61, mars, <<http://www.industrie.gouv.fr/biblioth/pdf/4p061.pdf>>, version au 25 septembre.

WILLIAMS N. (1998), "Agricultural Biotech Faces Backlash in Europe", *Science*, vol.281, 7 août.